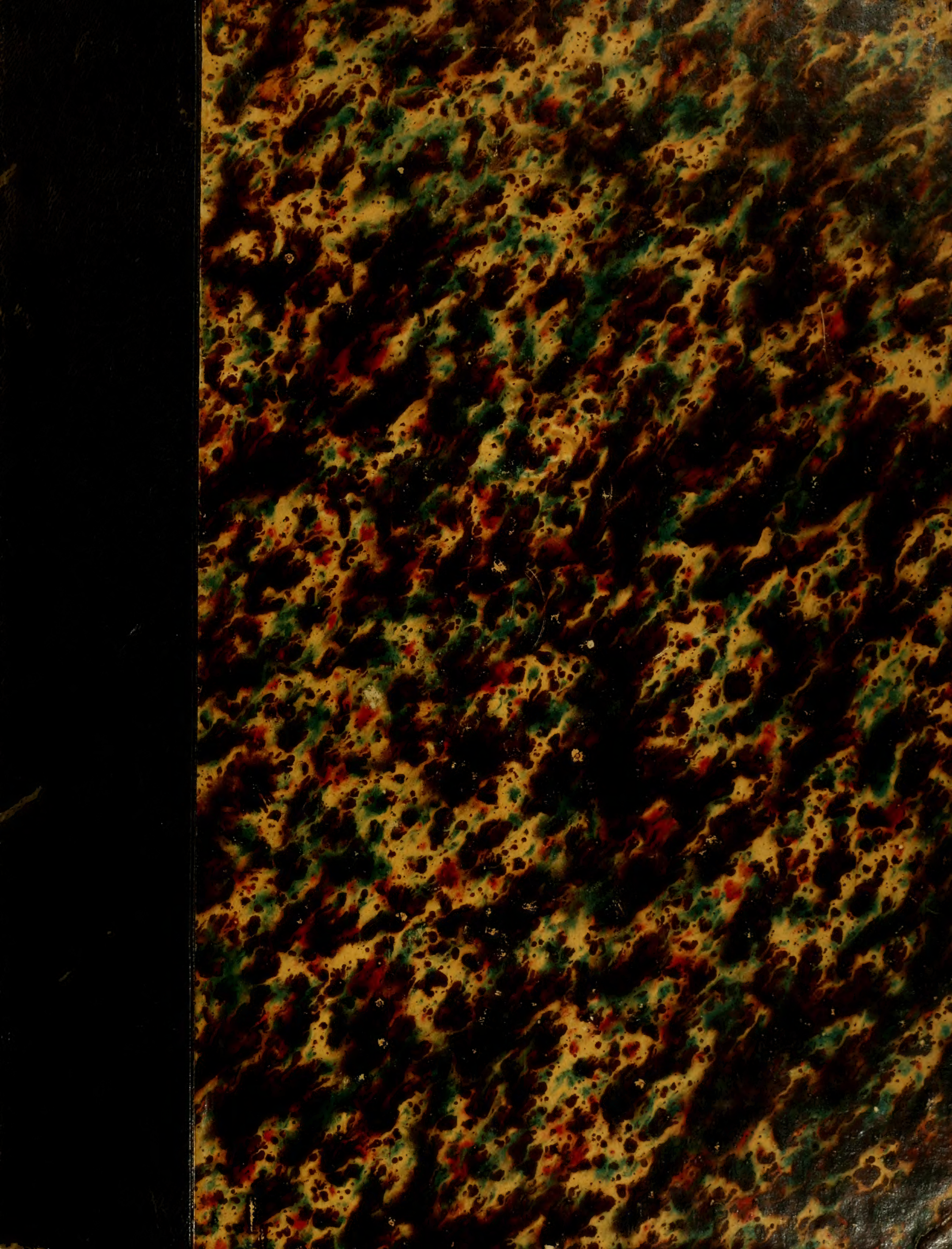



PRO SCIENTIA
SALUTE
POPULIQUE
LIBRARY OF
THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
Special Book Fund
1907
Septemb' 1899
R.W. Gibson Invt









HISTOIRE NATURELLE

DES

EQUISETUM

DE FRANCE

PAR

J. DUVAL-JOUVE

INSPECTEUR DE L'ACADÉMIE DE STRASBOURG, MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ BOTANIQUE DE FRANCE.

MÉMOIRE PRÉSENTÉ A L'ACADÉMIE DES SCIENCES

ET ACCOMPAGNÉ

DU RAPPORT DE M. AD. BRONGNIART

DE 10 PLANCHES GRAVÉES, EN PARTIE COLORIÉES, AVEC FIGURES TRANSPARENTES SUPERPOSÉES
ET DE 33 FIGURES INTERCALÉES DANS LE TEXTE.

PARIS

J. B. BAILLIÈRE ET FILS

LIBRAIRES DE L'ACADÉMIE IMPÉRIALE DE MÉDECINE

rue Hautefeuille, 19.

LONDRES — HIPPOLYTE BAILLIÈRE. | MADRID — C. BAILLY-BAILLIÈRE. | NEW-YORK — BAILLIÈRE BROTHERS.

LEIPZIG, E. JUNG-TREUTTEL, QUERSTRASSE, 10.

1863

STRASBOURG, TYPOGRAPHIE DE G. SILBERMANN.

Wer glaubt nicht *Equisetum arvense* zu kennen?
(J. MILDE, *Kenntn. Eq.* 1851.)

« Qui donc ne croit pas connaître l'*Equisetum arvense?* » se demande ironiquement M. J. Milde à la première ligne de l'un de ses importants travaux sur les Equisetum. S'il était permis de poser cette question en Allemagne, à combien plus forte raison ne le peut-on pas en France, où nous avons eu si peu d'études sur la famille des Equisétacées, et où sont en général trop peu répandus les nombreux travaux dont elle a été l'objet dans les Journaux botaniques, les Revues scientifiques, les *Acta academica* si multipliés au delà du Rhin?

Mon intention avait d'abord été de réunir, en me bornant à les résumer et à les coordonner, toutes les connaissances que l'on doit à ces documents si précieux, malheureusement épars dans tant de publications diverses; mais à mesure que je les soumettais à l'examen, de nouvelles observations se présentaient à moi, et de plus la culture par semis des Equisetum qui m'a si complétement réussi, me révélait à chaque instant soit des faits nouveaux, soit des interprétations différentes de faits déjà aperçus. Il en est donc résulté, non plus un résumé, mais une œuvre toute personnelle. Je la publie aujourd'hui avec quelque confiance, parce

que je n'y ai rien dit, ni rien figuré que je ne l'aie vu. Cela ne signifie pas que j'ai la prétention d'avoir tout vu, ni celle d'avoir bien compris et bien interprété ce que j'ai vu. Je sais au contraire qu'il reste encore beaucoup à voir, beaucoup à éclaircir; mais j'aurai atteint mon but et je m'estimerai heureux si par ce travail je contribue, soit directement, soit en provoquant de nouvelles observations, à une connaissance plus exacte et plus complète des Equisetum.

J'étais pour cette étude bien placé à Strasbourg. D'une part, toutes les espèces françaises d'Equisetum croissent en Alsace; et, de l'autre, je trouvais près de M. W. Ph. Schimper et de M. Buchinger, l'aide et le concours que se devraient toujours prêter les amis d'une même science. Tous les deux se sont gracieusement empressés de m'être utiles; le premier, en me permettant de lui soumettre mes indécisions et en m'éclairant de son vaste savoir; le second, en mettant à ma disposition son précieux herbier, sa riche bibliothèque, ses vastes relations, et en consacrant de longs instants à m'aider dans l'interprétation des textes allemands qu'il connaît merveilleusement. Il m'est doux de prier ici ces deux amis de recevoir l'expression de ma reconnaissance.

J'ai donc essayé d'exposer l'organisation générale des Equisetum et les caractères spécifiques des espèces de France, en appuyant mes descriptions de très-nombreuses figures, toutes dessinées par moi, à la chambre claire, et avec les plus minutieuses précautions pour assurer l'évaluation exacte des grossissements.

J'ai suivi dans ce travail l'ordre suivant:

A la description d'un Equisetum adulte succède d'abord l'analyse des tissus des diverses parties, puis l'exposé de l'évolution de ces parties jusqu'à l'émission des spores. La série des phénomènes de la reproduction, depuis la germination d'une spore jusqu'au développement complet d'une nouvelle plante, nous ramène au point de départ; et un rapide examen des anomalies et de quelques opinions morphologiques termine la première partie.

La seconde, moins étendue, contient la description, la synonymie et l'iconographie des espèces; elle se complète par un aperçu historique sur

les propriétés attribuées aux Equisetum, sur leurs usages et sur leur composition chimique.

Ainsi, en tout, deux parties sous les titres et avec les divisions ci-dessous :

PREMIÈRE PARTIE. Anatomie. Reproduction.

COUP D'ŒIL PRÉLIMINAIRE SUR LE GENRE EQUISETUM ET SUR LES ESPÈCES FRANÇAISES.

CHAPITRE PREMIER. DESCRIPTION EXTÉRIEURE D'UNE PLANTE ADULTE.

- § 1. Du rhizome et de ses appendices.
- § 2. De la tige stérile.
- § 3. De la tige spicifère et de l'appareil de reproduction.

CHAP. II. DESCRIPTION ANALYTIQUE D'UNE PLANTE ADULTE.

- § 1. De l'épiderme.
- § 2. Des tissus du rhizome.
- § 3. Des tissus de la tige.
- § 4. De l'appareil de reproduction.

CHAP. III. FORMATION ET DÉVELOPPEMENT DES DIVERSES PARTIES.

- § 1. De la tige et des gaînes.
- § 2. Des rameaux, des rejetons, des rhizomes et des tubercules.
- § 3. Des racines.
- § 4. Des spores.
- § 5. Anatomie des spores.

CHAP. IV. REPRODUCTION.

- § 1. Développement des spores en sporophymes.
- § 2. Des anthéridies et des spermatozoïdes.
- § 3. Des archégones.
- § 4. Du pseudembryon et de la jeune plante.
- § 5. Mode de semis.
- § 6. Historique.

CHAP. V. DE QUELQUES OPINIONS MORPHOLOGIQUES ET DES ANOMALIES.

- § 1. Morphologie.
- § 2. Anomalies.

DEUXIÈME PARTIE. Classification. Description.

CHAPITRE PREMIER. PLACE DE LA FAMILLE.

CHAP. II. EXAMEN DES CARACTÈRES SPÉCIFIQUES.

CHAP. III. CLASSIFICATION ET DESCRIPTION.

- § 1. Famille.
- § 2. Genre.
- § 3. Division et classification des espèces.
- § 4. Description des espèces.

CHAP. IV. HISTORIQUE ET SYNONYMIE.

- § 1. Genre.
- § 2. Espèces.

CHAP. V. ICONOGRAPHIE.

CHAPITRE COMPLÉMENTAIRE.

- § 1. Noms.
- § 2. Propriétés et usages.
- § 3. Composition chimique.

Strasbourg, 7 août 1861.

Terminé à la date qui précède, ce Mémoire a été, le 25 novembre 1861, présenté à l'Académie des Sciences. Sur les conclusions du Rapport de

M. Ad. Brongniart, l'Académie en avait ordonné l'insertion dans ses *Mémoires des Savants étrangers*. Des motifs personnels me portent à publier mon travail immédiatement; et, si je rappelle ici l'insigne faveur dont j'ai été honoré et dont je n'ai pas profité, c'est afin de témoigner publiquement à l'éminente Compagnie toute ma reconnaissance pour cette marque si haute d'approbation donnée à mes patientes études.

Strasbourg, 15 novembre 1863.

INSTITUT IMPÉRIAL DE FRANCE

ACADÉMIE DES SCIENCES

RAPPORT

Sur un Mémoire de M. DUVAL-JOUVE, *intitulé :* Histoire naturelle des Equisetum de France

Commissaires, MM. Decaisne, Tulasne, Brongniart rapporteur

« Le genre Prêle ou *Equisetum* constitue à lui seul une des familles les plus remarquables parmi les cryptogames supérieures ou vasculaires.

« La forme extérieure si particulière de ces végétaux, la nature et la disposition de leurs organes végétatifs et les caractères de leurs organes de reproduction les isolent en apparence complétement des familles auprès desquelles cependant quelques points essentiels de leur structure et les phénomènes les plus importants de leur reproduction doivent nécessairement les placer. Aussi, ces plantes ont-elles été de tout temps l'objet d'études spéciales, et, dans ces dernières années surtout, des découvertes importantes ont été faites sur leur mode de reproduction ; car, grâce aux recherches de MM. Thuret, Hofmeister, Milde, dans l'espace de quelques années, de 1848 à 1852, le mystère de la fécondation a été dévoilé dans ces plantes aussi bien que dans les fougères, et a démontré l'intime affinité qui existe entre ces végétaux.

« Ces travaux récents auraient pu faire croire qu'il n'y avait plus lieu à de nouvelles études sur ces végétaux ; aussi M. Duval-Jouve dit-il lui-même que d'abord il n'avait eu l'intention que de résumer et de combiner les travaux des autres en en vérifiant les points les plus essentiels ; mais l'intérêt du sujet, les résultats intéressants auxquels l'ont conduit ses propres observations, les points laissés obscurs et les contradictions de quelques observateurs l'ont engagé à approfondir et à étendre ses recherches, et il en est résulté, après plusieurs années d'études continuées avec persévérance, un travail original aussi complet qu'on peut le concevoir sur cette famille si remarquable.

« Sans doute, beaucoup des observations de M. Duval-Jouve ne font que confirmer celles de ses devanciers, mais cette vérification même d'observations délicates et difficiles faite par la même personne pour tous les points de l'organisation de ces plantes, cette vérification, étendue à toutes les espèces de ce genre, donnerait à elle seule déjà une grande valeur aux études de M. Duval-Jouve.

« Il était impossible, cependant, que des recherches si bien dirigées ne lui fournissent l'occasion d'ajouter aux résultats obtenus par les savants qui l'avaient précédé ; en effet, cet excellent observateur a suivi la plupart des espèces d'*Equisetum* depuis leur premier développement au sortir de la spore

jusqu'à leur accroissement complet et à la formation de ces mêmes spores, et par l'étude successive et comparative des mêmes organes à toutes les périodes de leur évolution, il a nécessairement mieux saisi plusieurs points importants de leur organisation.

« Ainsi, il a étudié avec un soin tout particulier non-seulement la structure des tiges, des rameaux et des racines adultes dans les diverses espèces, et il a montré les rapports qui existent entre les divers tissus qui les constituent, mais il a suivi le mode de développement de ces divers tissus, la formation et la multiplication des cellules qui au sommet du bourgeon déterminent la première évolution de la tige, la première apparition des gaînes qui, dans ces plantes, remplacent les feuilles, la formation des stomates et des vaisseaux, et il a montré les changements qui s'opèrent dans ces organes aux divers âges de ces plantes. Sur plusieurs points, ses observations ainsi dirigées ont ajouté des faits très-intéressants à ceux déjà connus.

« Dans ces plantes, les gaînes qui entourent de distance en distance les tiges et les rameaux sont généralement considérées comme formées par un verticille de feuilles imparfaites; M. Duval-Jouve, en étudiant leur formation et en montrant qu'elles résultent, dès l'origine, d'un anneau ou bourrelet continu dont le bord libre ne se divise que plus tard pour former les dents de ces gaînes, rend l'assimilation de ces organes avec les feuilles très-douteuse, et ce mode de formation, joint à la différence de position des dents de ces gaînes, relativement aux rameaux, doit porter à considérer chacune des parties constituantes de ces gaînes comme très-différente des véritables feuilles.

« L'étude de l'épiderme et des modifications accidentelles qu'il peut éprouver l'a conduit à considérer la couche siliceuse qui le recouvre, et qui lui donne cette dureté remarquable qui fait employer les tiges de Prêles dans l'industrie, comme une sécrétion de la partie des cellules de l'épiderme qui est en contact avec l'air, et non pas comme entrant dans la constitution même de leurs membranes, ainsi que le pensent plusieurs auteurs. C'est, sans doute, un exemple très-remarquable d'une sécrétion de matière inorganique en dehors des cellules; sécrétion qui, malgré sa nature si différente, rappelle celle des matières cireuses qui recouvrent souvent la surface externe de l'épiderme des feuilles et des fruits.

« Des détails pleins d'intérêt sur le développement et la structure des stomates de ces végétaux, sur leur position toujours limitée aux parties de l'épiderme qui recouvrent un parenchyme rempli de chlorophylle, sur leur perméabilité par l'air et sur leur occlusion dans d'autres circonstances, fournissent de nouvelles preuves du rôle de ces petits organes dans les fonctions respiratoires des plantes.

« Le système vasculaire des Prêles est très-peu développé, mais il présente quelques faits intéressants mieux étudiés par M. Duval-Jouve qu'ils ne l'avaient été précédemment. Ce système vasculaire est constitué par un cylindre de faisceaux distincts très-réguliers composés de vaisseaux annelés ou spiraux dont l'auteur du Mémoire a suivi le mode de formation et de développement graduel avec beaucoup de précision, grâce au mode d'accroissement de chacun des mérithalles. Mais il a constaté en outre que bientôt les plus internes des vaisseaux de chacun de ces faisceaux se détruisent, sont résorbés et produisent ainsi des lacunes régulières et constantes qui accompagnent à l'intérieur chacun des faisceaux vasculaires dans la plante adulte. Cette existence temporaire de vaisseaux qui se détruisent plus tard et dont les fonctions paraissent ainsi transitoires avait déjà été signalée par M. Chatin et par quelques autres anatomistes, mais spécialement dans des plantes aquatiques dont les parties adultes en étaient complétement dépourvues; mais les *Equisetum* fournissent peut-être le premier exemple de cette résorption parmi des plantes non aquatiques et qui conservent un système vasculaire pendant toute leur vie.

« L'étude du mode de végétation des Prêles, de leurs rhizomes, des tubercules qui en naissent, de la multiplication de ces plantes par la division de ces rhizomes, multiplication malheureusement trop facile dans les terres cultivées, a été poursuivie avec une égale persévérance par M. Duval-Jouve pour toutes les espèces, soit en Alsace, soit en Provence, et on peut dire qu'aucun des phénomènes qui touchent à la vie de ces plantes singulières n'a été négligé par lui.

« Les organes de la reproduction méritaient une égale attention; ce ne sont pas en effet les parties les moins remarquables de ces curieuses cryptogames.

« Tout le monde connaît les épis qui terminent les tiges des Prêles et qui laissent échapper de l'intérieur des conceptacles qu'ils supportent, lorsqu'ils sont arrivés à leur entier développement, une immense quantité de corpuscules sphériques accompagnés de filaments contournés en spirale et doués de mouvements hygroscopiques que détermine le moindre changement dans le degré d'humidité de l'air ambiant.

« Ces corps sont les spores des *Equisetum*, et les filaments auxquels on a voulu autrefois attribuer des fonctions fécondatrices ne sont destinés qu'à faciliter leur sortie et leur dissémination.

« M. Duval-Jouve a suivi avec le plus grand soin la formation des conceptacles ou sporanges et des spores qu'ils renferment; il a déterminé les divisions successives qu'éprouvent les cellules avant d'arriver à la production de la cellule-mère de chaque spore; il a constaté pour ces cryptogames, comme on l'avait déjà fait pour d'autres et pour les *Equisetum* eux-mêmes, l'analogie complète qui existe entre le mode de formation des spores et celui des grains de pollen dans l'anthère; il a enfin parfaitement démontré la manière dont se forment les filaments spiraux qui entourent chaque spore et qui résultent de la division en une double bande spirale de la membrane épaissie de la cellule-mère, ou, si l'on veut, de la membrane la plus externe de la spore elle-même.

« La germination de ces spores donne naissance, comme dans les fougères, à une petite fronde verte irrégulièrement lobée, qui n'est pas encore la nouvelle plante et qu'on a nommée *proembryon* ou *prothallium*, et que M. Duval-Jouve désigne par le nom de *sporophyme*.

« En suivant sur de nombreuses germinations des spores de la plupart des espèces d'*Equisetum* de France le développement de ces petites frondes, M. Duval-Jouve a pu constater de nouveau et étudier dans leurs plus petits détails les phénomènes si singuliers signalés dans ces plantes pour la première fois par M. Thuret et par M. Hofmeister, et qui les rattachent si intimement aux fougères, chez lesquelles des phénomènes analogues avaient été observés depuis peu d'années.

« On sait en effet que dans les fougères, comme dans les Prêles, les spores donnent naissance à une petite fronde de quelques millimètres dont la croissance s'arrête bientôt, mais qui produit les anthéridies remplies d'anthérozoïdes et des archégones contenant chacun une cellule embryonnaire destinée, après la fécondation, à devenir le germe de la nouvelle plante qui s'est ainsi formée librement au centre de l'archégone.

« Ces faits si inattendus, découverts dans les fougères et les Prêles de 1848 à 1852, avaient eu pour résultat non-seulement de faire rentrer toute cette grande classe de végétaux cryptogames sous les lois de plus en plus générales de la reproduction sexuelle, mais en outre de signaler un mode de fécondation dont on n'avait jusqu'alors aucune idée et dont les phénomènes se passaient, au moins en apparence, à une période de la vie de la plante pendant laquelle on ne pouvait penser à les chercher.

« M. Duval-Jouve, par les semis qu'il était parvenu à obtenir facilement et en abondance de toutes les espèces de Prêles, a pu suivre mieux que ses prédécesseurs toutes les circonstances de la production et de l'accroissement de ces organes; il a pu constater que, dans la majorité des cas, ces sporophymes ou *prothallium* étaient unisexués, que le développement des anthéridies et des archégones sur une

même fronde était un cas exceptionnel, et que, dans ce cas même, un de ces organes était toujours très-prédominant. Il a vu que l'humidité de la rosée déposée sur ces petites frondes favorisait l'expulsion des anthérozoïdes et leur transport d'une de ces frondes sur les frondes voisines; ces petites plantes, de 2 à 3 millimètres seulement, se développant en général en gazons serrés, de manière qu'il a pu voir souvent les animalcules sortis des anthéridies transportés jusqu'à l'orifice des archégones.

« Toute la première partie du grand travail de M. Duval-Jouve, dont nous venons de faire connaître quelques-uns des résultats les plus saillants, est ainsi un exposé organographique, anatomique et surtout organogénique de tout ce qui concerne la structure et le développement des divers organes des *Equisetum* depuis leur première origine jusqu'à leur état adulte.

« Une seconde partie est consacrée à l'étude particulière des diverses espèces de Prêles, au nombre de onze, qui croissent en France, à leur distinction fondée également sur les caractères tirés de leurs formes extérieures et de leur structure anatomique, enfin à l'examen de la variation des formes et du mode d'existence de chacune d'elles.

« Dans cette partie, qui n'est pas susceptible d'analyse, on reconnaît également l'observateur scrupuleux qui a suivi sur le vivant toutes ces plantes et qui les a étudiées dans toutes les périodes de leur vie.

Pour nous résumer, l'*Histoire naturelle des Equisetum de France*, par M. Duval-Jouve, est un des travaux les plus complets qui aient jamais été faits sur une famille naturelle, assez limitée, il est vrai, mais des plus remarquables par sa structure. Les études anatomiques et organogéniques si étendues et si exactes que ce Mémoire comprend lui donnent un caractère plutôt physiologique que de botanique purement descriptive, et nous proposons à l'Académie d'en ordonner l'insertion parmi les *Mémoires des Savants étrangers*. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

(Extrait des *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, tome LVI, séance du 23 mars 1863.)

HISTOIRE NATURELLE

DES

EQUISETUM

DE FRANCE

PREMIÈRE PARTIE

Anatomie Reproduction

COUP D'ŒIL PRÉLIMINAIRE

SUR

LE GENRE EQUISETUM ET SUR LES ESPÈCES FRANÇAISES

Les Equisetum de France et d'Europe sont des plantes herbacées, terrestres ou aquatiques, vivaces, à rhizome souterrain, longuement traçant et dont l'organisation est, dans son ensemble, analogue à celle des tiges. Celles-ci sont articulées et constituées par une suite d'entre-nœuds cylindriques. Ces entre-nœuds, plus ou moins profondément sillonnés et toujours d'une régularité parfaite, sont terminés à leur partie supérieure par une gaîne enveloppant la base de l'entre-nœud immédiatement superposé, et ils présentent dans leur longueur une *cavité centrale*, fermée à la partie supérieure par un diaphragme qui correspond ainsi au point d'origine de chaque gaîne. La partie solide de ces cylindres creux se décompose elle-même plus ou moins nettement en deux autres cylindres. Le cylindre externe ou *cortical* (pl. VI, fig. 9 *a*) est entièrement composé de tissu fibreux et cellulaire, dans lequel se présentent le plus souvent de grandes *lacunes* longitudinales répondant exactement aux sillons extérieurs, et qu'on appelle lacunes *extérieures*, *valléculaires*, *corticales* (pl. VI, fig. 9 *c*). Le cylindre interne (pl. VI, fig. 9 *b*) renferme dans son tissu cellulaire des

faisceaux fibro-vasculaires très-régulièrement et très-symétriquement disposés par rapport aux petites lacunes longitudinales que ce même cylindre présente constamment. Ces lacunes alternent avec celles du cylindre externe et correspondent dès lors aux côtes ou carènes qui séparent les sillons (pl. VI, fig. 9 *d*); elles ont reçu les noms de lacunes *intérieures*, *carénales* ou *angulaires;* elles méritent celui de lacunes *essentielles*, parce qu'elles ne manquent jamais, ni dans la tige, ni dans le rhizome, où les lacunes corticales et même la cavité centrale manquent quelquefois. Les tiges sont toujours rigoureusement simples, en ce sens que leur axe continue jusqu'au point le plus élevé, sans jamais (sauf les cas de mutilation) se bifurquer ou se diviser en axes secondaires. Elles sont, suivant les espèces, nues ou pourvues de rameaux régulièrement verticillés et rigoureusement placés au-dessous des nœuds et de la naissance des gaînes. Les rameaux et les ramuscules verticillés qu'ils supportent quelquefois, reproduisent sur une plus petite échelle l'organisation générale de la tige; ils manquent souvent, sur certaines espèces, de cavité centrale et de lacunes corticales, mais ils offrent toujours les lacunes intérieures ou essentielles avec leur cortége de faisceaux fibro-vasculaires. L'épiderme des rameaux et des gaînes est toujours pourvu de stomates; quand ces organes existent sur les tiges, leur mode de distribution est, pour chaque espèce, rigoureusement déterminé, et fournit des caractères excellents pour la distinction des groupes et des espèces.

Sur la plante adulte, l'appareil reproducteur est disposé en épi terminal. Cet épi est formé de plusieurs verticilles de pédicelles horizontaux, épanouis à leur extrémité en une expansion verticale, peltiforme, dite *clypéole* (pl. VII, fig. 18 *c*), à la face intérieure duquel se trouvent cinq ou six sporanges, tous de même forme et de même sorte, disposés en verticille autour du pédicelle, parallèlement à lui (pl. VII, fig. 18 *b*). A l'époque de la *sporose*[1], ces sporanges s'ouvrent par une fente longitudinale sur le côté qui regarde le pédicelle.

Les *spores*, toutes semblables, sont libres entre elles, très-nombreuses, sphériques; elles portent deux appendices filiformes, dilatés à chacune de leurs extrémités en une spatule applatie, très-hygroscopique et se roulant en spire ou se déroulant suivant les alternatives de sécheresse ou d'humidité (pl. VIII, fig. 31 et pl. IX, fig. 8).

Ces spores se développent en *sporophymes*[2] irrégulièrement lobulés (pl. IX, fig. 17), dioïques ou monoïques, portant à l'extrémité de leurs lobes des organes mâles ou *anthéridies* (pl. IX, fig. 23, 24), et à la surface supérieure du tissu charnu de leur base des organes femelles ou *archégones* (pl. X, fig. 2, 3). Ceux-ci renferment un *pseud-*

[1] Les mots *floraison*, *fructification*, *maturité* ne pouvant convenir pour désigner l'émission des spores des cryptogames vasculaires, puisqu'il n'y a ni fleur, ni fruit formé, j'ai proposé en 1861 le terme SPOROSE (de σπορά et ὦσις, action d'expulser, de chasser). Voir *Bull. Soc. bot. de France*, tome VIII, p. 36.

[2] Pour l'explication de ce terme, voy. ci-après, p. 17, et aussi J. Duv. J., *Org. reprod. Equis.*, p. 701.

embryon d'où résulte la nouvelle plante, en même temps que se dessèche la plante intermédiaire ou sporophyme, qui a fourni et supporté les organes de fécondation et de reproduction (pl. X, fig. 1).

Ce mode de reproduction place les Equisetum parmi les CRYPTOGAMES VASCULAIRES; mais par l'ensemble de leurs formes, aussi bien que par les détails de leur organisation, les Equisetum se distinguent si profondément des autres végétaux de cet embranchement, que leur unique genre constitue la petite famille isolée des EQUISÉTACÉES, à laquelle il n'est pas très-facile d'assigner rigoureusement sa place, ainsi que le prouve la divergence des opinions sur ce point.

Les espèces mentionnées jusqu'à ce jour sur le territoire français, sont les suivantes:

1er *groupe.* 1. E. maximum LAM. (*E. Telmateia* Ehrh.)

2e *groupe.* 2. E. sylvaticum L.
3. E. pratense EHRH.?
4. E. arvense L.

3e *groupe.* 5. E. littorale KÜHLW.
6. E. limosum L.
7. E. palustre L.

4e *groupe.* 8. E. ramosissimum DESF.
9. E. variegatum SCHLEICH.
10. E. trachyodon A. BRAUN.
11. E. hyemale L.

CHAPITRE PREMIER

Description extérieure d'une plante adulte

§ 1er. *Du rhizome et de ses appendices*

La partie des Equisetum qui seule assure leur pérennité, et qui contribue le plus à leur propagation, est le rhizome. Il se compose d'articles séparés par des nœuds solides, et terminés chacun par une gaîne qui entoure la base de l'article immédiatement supérieur (pl. I, fig. 1, 2, 4, 5, 6). Ces articles, plus ou moins longs, ont toujours une forme régulièrement prismatique, à faces égales en largeur, un peu con-

vexes et dès lors à angles émoussés. Les gaînes sont lobulées, et le nombre de leurs lobes ou divisions est exactement égal à celui des angles ou côtes, attendu que chaque gaîne est la prolongation et la terminaison d'un entre-nœud, que la ligne médiane des lobes répond à une côte et leur sillon commissural à une face.

Sur quelques espèces (*E. limosum*, *ramosissimum* etc., pl. V, fig. 14, 16...), les entre-nœuds ont une cavité centrale; sur d'autres (*E. maximum*, *arvense* etc., pl. V, fig. 10, 12...) ils en sont privés; mais, dans toutes nos espèces, ils possèdent les deux cylindres concentriques et les deux ordres de lacunes mentionnés précédemment. A chaque nœud existe un diaphragme transversal, et, par la dislocation, ainsi que par l'analyse des entre-nœuds, on constate que chaque diaphragme se trouve à la partie supérieure d'un entre-nœud et correspond à peu près au point d'origine de la gaîne terminale (pl. I, fig. 7 *b*). C'est vers la base de chaque gaîne, dans la prolongation du sillon commissural de ses lobes, ou, en d'autres termes, sur la ligne médiane des faces de l'entre-nœud qu'émergent, d'une part, les rhizomes latéraux et les tiges aériennes, et, d'autre part, les verticilles des racines proprement dites (pl. I, fig. 1, 2, 4 *bis*, 8 *a*, *b*). Sur cette région, aux faces qui n'ont encore ni racines ni rhizomes latéraux, un examen attentif fait immédiatement reconnaître l'existence de deux verticilles de petites saillies exactement superposées, et situées, comme les rhizomes latéraux et les racines, sur la ligne médiane des sillons ou des faces (pl. I, fig. 8 *a*, *b*). Une analyse, même grossière, permet de voir que ces saillies résultent de la présence de deux verticilles presque contigus de petits bourgeons à l'état expectant. Par leur développement, les bourgeons du verticille supérieur donnent des rhizomes et des tiges aériennes, et ceux du verticille inférieur des racines. Les rhizomes naissent toujours en très-petit nombre du même entre-nœud, un ou deux au plus, et sur les rhizomes profonds et horizontaux il n'y a des racines qu'au-dessous de leur point d'émersion (*E. ramosissimum*). Mais ordinairement sur les rhizomes latéraux et ascendants le verticille de racines est complet, et ces organes se montrent de préférence sur celle des faces où les bourgeons des rhizomes restent à l'état expectant. Lorsque, sur des entre-nœuds à côtes nombreuses, des rhizomes latéraux émergent de quelques faces et que sur les faces voisines naissent des racines, comme ces dernières n'ont pas été fortement repoussées vers le bas par le développement du bourgeon supérieur, elles paraissent latérales aux rhizomes voisins et simulent un seul verticille sur un seul et même plan.

Les rhizomes latéraux ont la même organisation que celui dont ils émergent, et sont maintes fois plus vigoureux sur les espèces dont les rhizomes rampent très-près de la surface du sol (*E. limosum* et *variegatum*). Il en est autrement sur les espèces dont les rhizomes principaux rampent à une grande profondeur (*E. arvense*, *sylvaticum*, *palustre*, *ramosissimum* etc.); ces rhizomes principaux sont beaucoup plus gros,

et j'en ai vu dont les entre-nœuds étaient longs de 0^m,18. La longueur que les rhizomes eux-mêmes peuvent atteindre, paraît indéterminée et peut, en tout cas, devenir très-considérable. J'en ai obtenu des *E. limosum*, *ramosissimum* et *hyemale* qui dépassaient six mètres. Bischoff cite des faits analogues (*Krypt. Gew.*, p. 28), et Vaucher dit avoir observé que le plus souvent toutes les tiges qui remplissent une mare ou un fossé appartiennent à un même rhizome (*Mon. Prêl.*, p. 334 et 372).

Les racines naissent en verticilles, mais dans leur développement ultérieur elles se soustraient à la loi qui, sur les Equisetum, dispose tout par verticilles. Leurs divisions ne sont plus ni verticillées ni articulées, mais alternes et plusieurs fois répétées. Ces divisions commencent quelquefois dès le point d'origine de la racine, de telle sorte qu'il semble que deux ou trois racines sortent du même bourgeon ou qu'il y ait deux verticilles de racines. C'est probablement cette dernière disposition qui a porté M. Ad. Brongniart à dire « qu'on voit *toujours* deux radicelles placées « l'une au-dessus de l'autre et que quelquefois l'avortement de l'une d'elles les réduit « à une seule » (*Hist. vég. foss.*, I, p. 100, pl. X, fig. 10). Toutes ces racines sont grêles et le plus souvent d'une longueur de 0^m,05 à 0^m,10, avec un diamètre inférieur ou à peine égal à 0^m,001. Quelquefois aussi elles atteignent une longueur beaucoup plus grande (*E. arvense*), presque sans augmenter en diamètre; mais sur les *E. ramosissimum* et *hyemale* elles prennent un tout autre développement. Des racines d'un mètre de long ne sont pas rares sur le dernier, et des pieds du second, arrachés à Rabet, près d'Arles, dans les berges du canal de Craponne, m'ont fourni des rhizomes horizontaux portant des racines de plus de 2 mètres de long, sur 0^m,004 de diamètre au point d'émersion. Ces fortes racines émergeaient constamment isolées et chacune au-dessous d'un rhizome latéral à peine plus gros qu'elles.

A leur apparition, les racines sont très-tendres et d'un blanc jaunâtre; plus tard elles deviennent très-fermes, et leur surface, d'un brun foncé, est couverte d'une sorte de tomentum ou feutre. Les fibrilles qui constituent ce tomentum naissent directement d'une dilatation des cellules de l'épiderme, sans aucun diaphragme à leur base (pl. II, fig. 1-4), sans aucune cloison sur leur longueur, qui est quelquefois de cinq millimètres. Elles manquent sur les vieilles racines, ainsi qu'à la pointe des plus jeunes.

Ce tomentum existe aussi sur toute la surface des entre-nœuds de certaines espèces, ou seulement sur les gaînes et aux nœuds de certaines autres; d'autres espèces, enfin, ont la surface des entre-nœuds glabre et luisante. Dans toutes les espèces, les rhizomes sont, au moment de leur évolution, d'un beau jaune citron; mais leur surface brunit très-vite et, avec l'âge, elle prend constamment une couleur foncée; sur les unes, mate et brune (*E. arvense* etc.); sur d'autres, luisante et noire (*E. palustre*), ou d'un beau pourpre (*E. limosum*).

Souvent, à la place que devraient occuper des rhizomes latéraux ou des rejetons ascendants, on voit apparaître des tubercules (pl. I, fig. 1-4). Quelquefois un seul et même verticille de bourgeons donne naissance à un rhizome latéral et à un ou deux tubercules, mais le plus souvent ces derniers sont seuls et en petit nombre, comme les rhizomes. Ces tubercules sont simplement dus à une modification dans le développement des bourgeons qui devaient produire des tiges souterraines ou aériennes, et dont le tissu cellulaire, au lieu de s'allonger en entre-nœuds, s'est renflé en se chargeant de fécule. Si on arrache, au mois de mai ou de juin, des rhizomes d'*E. arvense*, on y trouve ordinairement des tubercules à tous les états de développement, depuis celui de simple bourgeon un peu gonflé, jusqu'à celui de tubercule charnu et complet. Sur ces tubercules on retrouve un peu modifiés toutes les parties et tous les organes qui existent sur un entre-nœud. A leur point d'émersion et d'adhérence ils ont, comme les rhizomes, une petite gaîne, que leur développement en diamètre a forcée à s'évaser en soucoupe. Au dernier terme de développement, la grosseur de ces tubercules varie depuis celle d'un pois jusqu'à celle d'une petite noisette. Elle est même beaucoup plus considérable sur l'*E. maximum* (pl. I, fig. 4). Ils sont en général de forme ellipsoïde, rarement subsphérique, en forme de poire sur l'*E. maximum*, toujours très-atténués à leur extrémité inférieure, ce qui fait qu'ils se détachent des rhizomes avec une extrême facilité. Leur surface épidermique est semblable à celle des rhizomes sur lesquels ils naissent, et, comme elle, d'abord jaune, puis mate et feutrée, ou glabre et luisante. Ils sont dans le sens de la longueur marqués de petites côtes à peine prononcées, représentant celles des entre-nœuds et aboutissant, comme elles, aux côtes d'un petit appendice en forme de couronne courte et dentelée qui les termine constamment. Quand on examine cet appendice sur des tubercules très-jeunes et qui sont encore d'un jaune citron, on reconnaît très-aisément qu'il n'est qu'une gaîne à dents un peu charnues, courtes et formant une enveloppe unique à un petit bourgeon qui en occupe le centre. Souvent ce bourgeon avorte ou demeure à l'état expectant, et le tubercule reste isolé et terminé par un petit appendice conique; mais souvent aussi ce bourgeon se développe en un autre tubercule, sa gaîne s'évase en soucoupe, et le second tubercule, terminé de la même manière, donne naissance à un troisième, et ainsi une suite de tubercules se disposent en chapelet, ayant chacun à leur base une gaîne en soucoupe, et le dernier étant couronné par sa gaîne et son bourgeon (pl. I, fig. 1 *d*, *e*). Ces tubercules ont tous la même forme et se détachent les uns des autres aussi facilement que les plus anciens se séparent du rhizome. Si on analyse la gaîne et le tubercule, on reconnaît que, malgré le rétrécissement de la région où la gaîne prend naissance, il y a là un nœud et deux verticilles de petits bourgeons. L'inférieur, qui doit donner des racines, les produit assez ordinairement; mais si l'on place dans l'eau, ou dans une terre très-humide, des tuber-

cules isolés ou accouplés en chapelet, au bout de quelques jours les bourgeons du verticille supérieur se développent, dans l'eau et à la lumière, en petites tiges aériennes, et, dans la terre humide, en rhizomes grêles. C'est ainsi que ces tubercules servent de toute façon à la propagation de l'espèce[1].

Il n'est pas très-rare de voir le petit bourgeon qui termine un tubercule, au lieu de se renfler en un autre tubercule, s'allonger et se développer en entre-nœuds de forme normale; il en résulte un rhizome secondaire, qui a pour premier entre-nœud un tubercule (pl. I, fig. 1 *c*). Enfin, j'ai trouvé, sur des rhizomes secondaires aussi bien que sur des rhizomes principaux d'*E. arvense*, certains entre-nœuds renflés en tubercule (pl. I, fig. 2 *b*).

Au moment de leur apparition, ces tubercules sont déjà entièrement solides, mais leur structure est molle; plus tard ils se durcissent et offrent sous leur épiderme une substance blanche, résistante et dure, d'une saveur un peu sucrée. Cette substance attire souvent les insectes ou les rongeurs, et il n'est pas rare de les trouver à moitié dévorés, ou ayant servi de retraite à des larves. Les tubercules si gros de l'*E. maximum* n'offrent presque aucune trace de fécule. La profondeur à laquelle apparaissent les tubercules est très-variable. Sur de jeunes plantes d'*E. arvense* provenant de semis, j'en ai trouvé dès le premier entre-nœud, qui étaient presque à la surface du sol. Sur les anciennes plantes on ne les trouve ordinairement qu'à une grande profondeur.

C'est en 1712 que, pour la première fois, si je ne me trompe, les tubercules des Equisetum furent signalés par Helwing; Haller (1768) les mentionne sur son nº 1676 (*E. arvense*); il s'exprime en ces termes: « radicibus tamen glandium simile aliquid « sæpe adhæret, quod porcos credas requirere » (*Hist. stirp. Helv.* III, p. 2). Un renvoi qui suit ce texte semble indiquer que l'auteur n'a pas vu le fait lui-même. Or, en consultant l'ouvrage indiqué (Helwing, *Flor. quasimod.*, p. 31), on y trouve ce qui suit: « LXXXVIII. *Equisetum arvense*, *glandiferum*. Hujus radicibus glandes copiose ad-« hærent, et quam maxime in agris arenosis effodiuntur a suibus et pueris rusticis. « Grati et dulcis sunt saporis. Instinctu naturæ sues odoratu superficiem terræ de-« tegunt, et tam diu terram evolvunt, quoad appropinquent ad glandes Nostratibus « *Erd-Nüsse* dictos, quod subulci animadvertentes statim accurrunt, et pedibus por-« cos abigentes levissimo labore nucleos suos terrestres colligunt. Maturescunt circa « tempora autumni. » Le contraste entre la rareté des tubercules dans nos contrées et la fréquence que suppose ce passage, surprend d'abord, mais toutefois n'est pas un motif suffisant pour refuser de croire qu'il se rapporte à l'*E. arvense*. Ruprecht a

[1] « Au jardin botanique de Breslau, dit M. J. Milde, de nombreuses plantes sont provenues de tubercules d'*E. Telmateia* reçus par M. Göppert de la Haute-Silésie » (*Gef. Crypt. Schl.*, p. 430).

constaté en effet que dans le nord de la Russie ces tubercules se montrent en grande abondance et à peu de profondeur sur certaines variétés de cette espèce : « Tubera « *E. arvensis* australioris profundissime in terra latere, notum est; eo magis tubera « v^is^ γ *alpestris* et interdum v^is^ β *borealis*, ipsis manibus cum surculo evulsa me in « admirationem converterunt » (*Dist. crypt. Ross.*, p. 21). Si je conserve un très-léger doute sur l'assertion de Helwing, c'est uniquement parce que les floristes prussiens ne la mentionnent pas et me paraissent dès lors ne pas avoir constaté la même fréquence des tubercules.

Après Helwing et Haller les tubercules furent remarqués par Smelowsky, à qui Bischoff attribue à tort la priorité de leur mention (*Krypt. Gew.*, p. 50). Cet auteur les avait également trouvés en si grande abondance sur l'*E. arvense* qu'il proposait d'en tirer parti pour engraisser les porcs (*Mém. de l'Acad. de Pétersbourg*, vol. I, 1803-1806). En 1815 ils furent signalés par De Candolle sur l'*E. palustre*, et depuis ils l'ont été par plusieurs auteurs sur les *E. maximum*, *sylvaticum* et *arvense*. Je les ai recueillis sur toutes ces espèces et sur l'*E. littorale*. Ces organes ont été, en 1854, l'objet d'un travail spécial, où M. E. Ramey a publié d'intéressantes observations et émis les deux assertions suivantes : « Les tubercules ne se trouvent que sur les espèces à tiges de « deux sortes où ils servent évidemment à l'alimentation des tiges fertiles » (*Tub. Eq.*, p. 212), et que « sur les espèces dont les souches n'offrent pas de canal central » (o. c., p. 217). La première assertion est contredite par les tubercules si nombreux des *E. littorale* et *palustre*; la seconde, par ceux de l'*E. littorale*. Je crois que les tubercules n'ont pas encore été mentionnés, et je ne les ai pas vus moi-même sur les *E. pratense*, *limosum*, *ramosissimum*[1], *variegatum* et *hyemale*. On ne les trouve pas d'ailleurs sur tous les pieds des autres espèces; souvent on les y cherche en vain, si l'on ne pénètre à la profondeur considérable à laquelle ils se montrent en certains endroits sur quelques-unes d'entre elles, par exemple à 1 mètre pour les *E. palustre*, *arvense*. J'en ai trouvé sur ce dernier à 2^m^,50 de profondeur dans les fortifications de Strasbourg.

La profondeur à laquelle parviennent les rhizomes fut d'abord pour Vaucher le sujet d'un vif étonnement, et, comme il n'avait point trouvé de rhizomes descendants, c'est-à-dire ayant les pointes des gaînes dirigées en bas, il avait posé, sans la résoudre, la question suivante : « Comment ces racines des Prêles pénètrent-elles à une si « grande profondeur dans les terrains les plus argileux, et comment sont-elles ter-

[1] De Candolle (*Fl. fr.*, VI, p. 245) semble vouloir rapporter son *E. tuberosum* à l'*E. elongatum* Willd., c'est-à-dire à l'*E. ramosissimum* Desf.; mais Vaucher (*Mon. Prél.*, p. 368) et Duby (*Bot. gall.*, I, p. 635) le rapportent très-expressément à l'*E. palustre*, ce que commande d'ailleurs le caractère d'*épis obtus* cité par De Candolle. Cet auteur ajoute que Hectot a trouvé son *E. tuberosum* à Nantes; serait-ce sur cette autorité que M. Boreau attribue à l'*E. ramosissimum* « de petits tubercules ovoïdes » (*Fl. cent.*)?

« minées? » (*Mon. Prél.*, p. 342). Après lui, Bischoff fit des remarques analogues sur la profondeur à laquelle pénètrent et rampent les rhizomes (*Krypt. Gew.*, p. 28); et après s'être posé la même question que Vaucher, il crut trouver des éléments de solution dans cette considération « que les Equisetum croissent toujours en des lieux où le sol s'élève constamment autour de leurs tiges, par de continuels dépôts aux bords des ruisseaux et des rivières, par de nouvelles couches d'humus dans les forêts, et enfin par les travaux annuels dans les terres cultivées » (*Krypt. Gew.*, p. 44). Mais plus tard il reconnut lui-même l'insuffisance de cette solution et constata que, dans les premiers développements d'une jeune plante, il existe des rhizomes à direction descendante (*Entw. Eq.*, p. 791). J'ai pu moi-même chaque année (voy. ch. IV, § 4) constater l'existence de semblables rhizomes sur mes plantes provenant de semis. Ainsi, en général, ces jeunes plantes me donnaient après la première année quatre ou cinq rhizomes descendant verticalement, dont souvent quelques-uns, sortant par le trou du vase de semis, pénétraient dans le terrain enveloppant; ce que je voyais lorsqu'en mars je les plaçais dans un vase plus grand. Mais lorsqu'en juillet, pour les mettre en pleine terre, je les enlevais de ce nouveau vase, je trouvais qu'ils avaient pénétré la terre de nombreux rhizomes, lesquels venaient ramper contre le fond du vase. En juillet 1861 je suivis les travaux d'une tranchée ouverte à Bouxwiller dans une terre argileuse toute couverte d'*E. arvense* et qui n'avait jamais été remuée. Je trouvai en état de développement un grand nombre de rhizomes *à gaînes descendantes*, qui pénétraient verticalement à une profondeur de plus d'un mètre. J'ai constaté les mêmes faits sur des rhizomes d'*E. palustre* en faisant creuser dans les sables des bords du Rhin à Strasbourg, et sur l'*E. ramosissimum* en examinant des tranchées faites aux digues du canal de Craponne, dans la propriété de M. Jouve, mon beau-père, à Rabet, près Arles (Bouches-du-Rhône). La direction verticale descendante des rhizomes est un fait avéré qui explique suffisamment la profondeur à laquelle rampent certains rhizomes.

Les tiges qui, partant des rhizomes, s'élèvent à l'air libre, ressemblent entièrement aux rhizomes dans toute leur partie souterraine, et les changements ne se font que vers la surface du sol. L'organisation des tiges répond d'ailleurs dans son ensemble à celle des rhizomes, et, pour les Equisetum, plus peut-être que pour toute autre plante, il est permis de dire que les rhizomes ne sont que des tiges souterraines. Les nœuds des tiges, même très-jeunes, offrent aussi à la base de leurs gaînes deux verticilles de petites saillies ou bourgeons, dont l'un se développe en rameaux, et dont l'autre, l'inférieur, reste à l'état expectant, si les circonstances ne permettent pas le développement des racines. Mais si l'on entoure de mousse humide la partie inférieure d'une tige aérienne déjà munie de verticilles de rameaux, il se développe au bout de quelques jours un verticille de racines au-dessous de chaque verticille de rameaux; et

réciproquement, si l'on enlève la terre autour de la partie souterraine d'une tige ou autour d'un rhizome, on voit bientôt un verticille de rameaux verts se superposer à chaque verticille de racines. D'autre part, des tiges aériennes du groupe des *Hyemalia*, coupées en tronçons de un ou de deux entre-nœuds, et placées dans de l'eau sous un papier gris, ou dans du terreau très-humide, ont produit des racines au bout de quelques jours. J'ai répété plusieurs fois ces deux expériences, qui démontrent la parfaite identité de nature et la double destination des rhizomes et des tiges. M. J. Milde cite des expériences analogues faites par lui sur l'*E. variegatum* et sur l'*E. scirpoides* (*Gef. Crypt. Schl.*, p. 471[1]).

Chaque article du rhizome et chaque tubercule, ayant au-dessous de leur nœud, comme nous l'avons vu, un verticille de bourgeons à rejetons aériens ou souterrains, et un verticille de bourgeons à racines, il s'ensuit qu'un nœud est un point vital, un centre de végétation, et dès lors qu'un seul article complet, ou un seul de ces tubercules, suffit pour reproduire immédiatement la plante. C'est, en effet, ce qui arrive. « L'*E. arvense* ne peut jamais être complétement extirpé des champs une fois qu'il les a envahis; car, à mesure qu'on coupe le rhizome avec la charrue, on lui donne l'occasion de se multiplier. Remuer la terre, c'est augmenter la propagation de cette plante embarrassante » (Bischoff, *Krypt. Gew.*, p. 44). J'ai pu moi-même vérifier la parfaite exactitude de cette assertion. Dans le courant de février 1860, je vis faire sur la *ligne de l'Est*, près de Strasbourg, un remblai qui, en juin suivant, fut littéralement couvert de tiges d'*E. arvense*. J'en arrachai plusieurs, et toutes provenaient de fragments de rhizomes dont quelques-uns étaient enfouis à plus d'un mètre de profondeur. Un de ces rhizomes partait de l'extrémité d'un tubercule et se dirigeait en avant; ce tubercule n'était plus adhérent au rhizome mère, et il se trouvait à la base du rhizome auquel son bourgeon terminal avait donné naissance. Toutes ces tiges étaient stériles; et je dois ajouter que je n'ai jamais rencontré, sur les *E. maximum* et *arvense*, de tiges spicifères naissant directement des rhizomes profonds et horizontaux; toutes les tiges spicifères m'ont paru naître aux entre-nœuds inférieurs d'une tige stérile et robuste de l'année précédente.

§ 2. *De la tige stérile*

Les rejetons du rhizome qui arrivent à l'air libre, constituent ce que l'on appelle, avec plus ou moins de justesse, la tige des Equisetum. Quelques espèces n'ont des tiges que d'une forme, c'est-à-dire que les tiges stériles et les tiges spicifères ont ab-

[1] On comparera avec intérêt ce que dit M. A. Trécul sur « l'existence de racines latentes dans les tissus de certaines « plantes, et des racines rudimentaires dans l'écorce interne du *Salix vitellina* » (*Orig. rac.*, p. 333).

solument même apparence et même organisation ; d'autres ont ordinairement des tiges spicifères différant de leurs tiges stériles par l'époque d'apparition, par la durée, par l'apparence extérieure et par quelques détails d'organisation. Je ne décrirai ici que les tiges stériles et les tiges spicifères conformes; et je réserverai ce qui est particulier aux tiges spicifères non conformes pour le paragraphe suivant, où il sera question de l'appareil de reproduction.

Les tiges des Equisetum sont herbacées, grêles (*E. maximum* excepté), et leur développement en hauteur est généralement compris entre 0^{m},15 (*E. variegatum*) et 1^{m},50 (*E. maximum* et *ramosissimum*); ce dernier devient même beaucoup plus grand dans les haies en Provence. Elles sont droites ou rarement ascendantes, et se composent d'articles cylindriques, creux, mais fermés à leur partie supérieure par un diaphragme, au delà duquel s'élève une gaîne lobulée emboîtant l'article immédiatement supérieur.

Ces entre-nœuds sont de couleur verte, à l'exception de l'*E. maximum*, sur lequel ils sont d'un blanc d'ivoire. La surface en est plus ou moins rude au toucher, elle crie au contact d'un instrument tranchant, et un faible grossissement permet de voir que cette rudesse est due à de petites saillies siliceuses de formes diverses selon les espèces et à peine sensibles sur les *E. limosum* et *maximum*. Cette surface n'est jamais rigoureusement cylindrique, mais plus ou moins prismatique et parcourue de côtes et de sillons parallèles et longitudinaux, quelquefois très-prononcés, mais à peine marqués sur les deux espèces citées en dernier lieu. Les côtes alternent sur deux entre-nœuds contigus, de telle façon que chaque fois les côtes d'un entre-nœud quelconque correspondent aux sillons de l'entre-nœud qui lui est inférieur et de celui qui le surmonte.

Comme les gaînes continuent régulièrement chaque entre-nœud, les côtes et les sillons des entre-nœuds se prolongent sur les gaînes, les sillons jusqu'au fond des sinus, et les côtes presque jusqu'à la pointe des lobes; côtes et sillons sont toujours plus fortement marqués sur les gaînes que sur les entre-nœuds. Par suite d'une particularité d'organisation qui sera décrite plus loin, les côtes des entre-nœuds et des gaînes de certaines espèces ont sur leur ligne médiane ou carène une légère dépression qui a été appelée sillon *carénal*, le sillon de séparation des côtes des gaînes ayant été appelé sillon *commissural*[1]. Les gaînes s'appliquent assez exactement sur la base de l'entre-nœud supérieur et sont rarement un peu dilatées en cloche. Leur longueur totale, ainsi que celle de leurs lobes, varie considérablement selon les espèces, mais est assez constante sur une même espèce. Leur partie tubulaire présente d'ordinaire (excepté

[1] M. Döll fait remarquer que «les dents des gaînes ont encore souvent de chaque côté une carène *latérale*, qui est séparée de la carène médiane par un sillon *latéral*. Chaque dent de gaîne peut, d'après cela, avoir trois carènes, et même quatre, lorsque la carène médiane est divisée par un sillon» (*Fl. Bad.*, I, p. 55, 1857). Le même auteur appelle «sillon *marginal* le sillon qui sépare chaque dent» (ibid.).

sur l'*E. maximum*) la même couleur et la même consistance que l'entre-nœud qu'elle surmonte; mais les lobes, qui la terminent sur toutes les espèces, ont le plus souvent une couleur et une consistance à eux particulières. Ils sont ici résistants et coriaces, de couleur foncée et à peine membraneux à leurs bords (*E. arvense*, *palustre* etc.), là tout à fait membraneux (*E. maximum*, *variegatum* etc.), quelquefois même très-caducs (*E. hyemale*, voy. J. Duv. J. *Eq. hyem.*, p. 165 et suiv.). Dans ce cas et après la chute des lobes, la gaîne est toute cylindrique et terminée par de petites crenelures arrondies, un peu gibbeuses, noires, dures et d'aspect corné. La forme des lobes, constante sur une même espèce, est plus ou moins effilée, et quelquefois déliée comme une soie; les bords n'en sont jamais nettement terminés, mais toujours plus ou moins irrégulièrement ondulés, comme les bords d'un tissu déchiré. En effet, comme on peut le remarquer sur les gros bourgeons et sur les tiges naissantes de toutes les espèces, chaque gaîne, pendant toute sa période d'évolution, constitue une coiffe entière, à peine entr'ouverte et dentelée au sommet, mais non lobulée, et elle n'est plus tard divisée en lobes que par une cause toute mécanique, par la poussée des entre-nœuds supérieurs qu'elle recouvre. Ce déchirement se fait avec une apparence de grande régularité, parce que la moitié supérieure de la gaîne présente des bandes longitudinales composées de nombreuses couches de cellules continuant les côtes de l'entre-nœud, et, en alternance avec les précédentes, des bandes composées d'une ou de deux couches de cellules très-délicates répondant aux sillons de l'entre-nœud, de telle sorte que le déchirement a lieu là où les bandes membraneuses offrent moins de résistance. Mais, malgré cette apparence de régularité, les traces du déchirement sont toujours reconnaissables, même à un faible grossissement. D'ailleurs sur quelques individus, et constamment sur l'*E. sylvaticum*, le déchirement ne se fait pas sur toutes les bandes minces, et trois, quatre et même cinq lobes continuent à demeurer unis (pl. III, fig. 16).

La tige des Equisetum est donc dépourvue de feuilles proprement dites. Mirbel a considéré « la gaîne comme formée de feuilles soudées et les dents comme les extrémités libres de ces feuilles. » C'est en effet l'hypothèse qui se présente le plus naturellement. Mais, si l'on considère, d'une part, que les lobes ne sont point réellement des parties libres, et qu'ils ne paraissent tels qu'à la suite d'un déchirement, d'autre part, que les feuilles sont des organes essentiellement aériens, et que les rhizomes sont munis de gaînes aussi régulières et aussi développées que celles des tiges, on sera moins porté à regarder les divisions des gaînes comme des feuilles; et, pour ma part, je me bornerai à les appeller *divisions de la gaîne.*

En rompant ou en tordant la tige d'un Equisetum adulte, surtout vers l'arrière-saison, on remarque qu'elle se sépare, comme les rhizomes, en deux cylindres, l'un externe ou cortical, l'autre interne. Ces deux cylindres ne sont que peu ou point du

tout adhérents sur les *E. maximum*, *sylvaticum*, *pratense*, *arvense*, *palustre;* mais ils adhèrent plus fortement sur les autres espèces, attendu qu'à leur surface de contact ils se pénètrent réciproquement par des ondulations, et dès lors on ne les distingue bien qu'au moyen de coupes très-minces pratiquées tout contre les nœuds. Le cylindre interne est composé de tissu cellulaire incolore et de faisceaux fibro-vasculaires; il présente constamment la grande cavité centrale qui parcourt toute l'étendue de l'entre-nœud, et autour d'elle la série circulaire des lacunes essentielles. Le cylindre cortical, entièrement dépourvu de faisceaux fibro-vasculaires, présente, vers l'intérieur, du tissu cellulaire incolore, dans lequel sont creusées les grandes lacunes extérieures en alternance avec les lacunes essentielles. La forme et les dimensions des lacunes extérieures sont assez constantes, mais toutefois ces lacunes manquent souvent sur l'*E. limosum.* Le long de chaque côte s'étend sous l'épiderme un faisceau de fibres très-longues et très-résistantes que je désignerai par le nom de *fibres corticales;* autour ou à côté d'elles existent des groupes de cellules à chlorophylle dont l'arrangement et la forme sont constants sur chaque espèce; ils manquent sur l'*E. maximum* et sur les tiges spicifères non conformes.

La tige des Equisetum est rigoureusement simple et ne se bifurque ni ne se divise jamais (sauf les cas de mutilation) en axes secondaires; mais dans la plupart des espèces elle est pourvue de rameaux latéraux disposés en verticilles. Ces rameaux naissent de bourgeons adventifs situés à la base des gaînes, entre les côtes, dans la prolongation du sillon commissural des lobes; de sorte qu'ils alternent avec les divisions des gaînes. Ils sont constamment munis à leur point d'émersion d'une petite gaîne *basilaire*, fortement colorée et irrégulière, c'est-à-dire plus courte ou même presque nulle du côté de la tige, plus longue à l'extérieur. Comme les tiges principales, les rameaux sont composés d'articles avec gaînes régulières et lobulées. Sur quelques espèces (*E. limosum*, *palustre* et le groupe des *Hyemalia*) ils apparaissent avec plus ou moins de constance et ne constituent que des verticilles incomplets, mais sur la plupart des autres ils forment des verticilles complets et d'une parfaite régularité. Ils sont d'ordinaire ascendants, quelquefois étalés ou même arqués et infléchis vers l'extérieur. Relativement à la tige, les rameaux sont de longueur très-variable, mais sur un même verticille ils sont généralement d'égale longueur, ainsi que leurs entre-nœuds pris dans leur ordre de succession, ce qui revient à dire, par exemple, que tous les troisièmes ou tous les quatrièmes entre-nœuds d'un même verticille sont égaux entre eux. Le rapport qui existe entre la longueur du premier entre-nœud des rameaux et la longueur de la gaîne à la base de laquelle ils émergent, fournit un caractère spécifique très-constant et très-facile à observer (voy. J. Duv. J., *Eq. franç.*, p. 512). Le plus souvent les rameaux demeurent tout nus; sur quelques espèces cependant ils se revêtent de ramuscules disposés eux-mêmes en verticilles.

Les entre-nœuds des rameaux et des ramuscules sont toujours verts, même sur l'*E. maximum* où les entre-nœuds de la tige n'élaborent pas la chlorophylle. Ils sont également toujours rudes et plus profondément sillonnés que ceux de la tige, ce qui, par suite de leur moindre diamètre, les fait paraître fortement anguleux (pl. VI, fig. 3, 6, 10); et ce n'est que sur les espèces où ils acquièrent une grosseur considérable qu'ils conservent davantage la forme presque cylindrique de la tige. La cavité centrale est oblitérée sur quelques espèces, ainsi que les lacunes corticales, mais les lacunes essentielles du cylindre interne existent constamment avec les faisceaux fibro-vasculaires qui les accompagnent.

Dans les trois premiers groupes, les tiges n'ont qu'une durée rigoureusement annuelle; elles se développent au printemps et disparaissent aux premières atteintes du froid, même dans nos départements méridionaux. Les bourgeons qui doivent se développer l'année suivante se montrent sur les rhizomes et plus souvent sur la partie souterraine des tiges dès la fin de l'été, et restent en cet état pendant l'hiver; quelques-uns aussi apparaissent vers la fin du printemps et se développent dès l'été en tiges tardives et stériles.

Les espèces du groupe *Hyemalia* peuvent persister pendant l'hiver, mais toutefois sous des conditions différentes. Ainsi, les tiges de l'*E. ramosissimum* se flétrissent et disparaissent aux premières atteintes du froid, non-seulement à Strasbourg mais dans le midi de la France. En Provence, comme sur les bords du Rhin, elles ne persistent que dans les haies très-fourrées où elles atteignent alors, sans augmenter de diamètre, une longueur considérable. Dans la vallée des Baux, près d'Arles (Bouches-du-Rhône), j'ai recueilli, au milieu de buissons épais et bien abrités, des tiges de 3 mètres de haut et dont les rameaux avaient 0m,80. A Alger, dans les haies voisines du *Jardin d'essai*, cette espèce atteint une taille plus élevée encore, tandis que les pieds végétant à découvert sur les bords de l'Arrach ont chaque année leurs tiges détruites par le froid. Il en est à peu près de même pour l'*E. variegatum;* à découvert ses tiges sont brûlées par les premières gelées et se désarticulent aussitôt; mais si ses touffes cespiteuses sont bien abritées par des buissons ou sous des feuilles mortes, elles persistent et montrent leurs épis orangés dès le premier printemps.

L'*E. hyemale* et l'*E. trachyodon* supportent admirablement les froids les plus rigoureux, et, à l'abri ou à découvert, une température de — 20° paraît n'avoir sur eux d'autre effet qu'un temps d'arrêt. Ils recommencent à pousser aussitôt que la gelée cesse. Leur nouveau développement est facile à constater à la partie inférieure de chaque entre-nœud. En effet, il est d'un vert beaucoup plus clair que la partie supérieure, à laquelle le froid a donné une couleur plus foncée ou quelquefois rougeâtre. Cette zone claire de croissance nouvelle est très-apparente au mois d'avril; à peu près nulle sur les entre-nœuds inférieurs, parce que ces entre-nœuds ont en général

acquis tout leur développement dès la première année, elle augmente progressivement de largeur en s'avançant vers l'extrémité, où elle finit par occuper toute l'étendue des derniers entre-nœuds qui sont en entier de croissance récente.

§ 3. *De la tige spicifère et de l'appareil de reproduction*

Les organes de reproduction sont disposés en un épi terminal, qui se trouve, selon les espèces, soit à l'extrémité des tiges ordinaires et de leurs rameaux, soit sur des tiges particulières d'un aspect tout différent de celui des tiges stériles de la même espèce. Divers auteurs ont donné le nom de *hampes* aux tiges spicifères propres (Vaucher, *Mon. Prêl.*, p. 353 et 359 ; Bischoff, *Krypt. Gew.*, p. 31 etc.), voulant marquer par là les différences profondes qui les distinguent des autres tiges de la même espèce.

Elles sont d'abord plus précoces, d'une évolution plus rapide, d'une plus courte durée, à tel point que deux ou trois semaines au plus des premiers jours de printemps leur suffisent pour se développer, accomplir leur fonction reproductrice et disparaître, alors que les autres ont à peine commencé à sortir de terre. Leur taille est d'ordinaire beaucoup moins élevée. Leurs entre-nœuds, au lieu d'être verts, à tissus résistants, à surface marquée de sillons profonds et de côtes rudes, ont une surface lisse et unie, d'une couleur rose pâle, tournant rapidement au brun, et des tissus mous, si chargés d'eau que la cavité centrale en est presque toujours à moitié remplie. Les gaînes seules élaborent la matière verte, mais elles sont beaucoup plus longues, plus larges, plus colorées et plus membraneuses que celles des tiges stériles. Au-dessous des gaînes on reconnaît bien des rudiments de bourgeons, mais ordinairement ils ne se développent pas, et la tige reste nue. La cavité centrale, les deux sortes de lacunes, les faisceaux fibro-vasculaires n'offrent rien de particulier; mais la matière verte manque complétement sur les entre-nœuds.

Ce qui précède n'est exactement vrai que des *E. maximum* et *arvense*, et ne s'applique aux tiges spicifères des *E. sylvaticum* et *pratense* que pendant la première période de leur développement. Après que l'épi de ces espèces a rempli ses fonctions, il se fane, mais seul, et la partie inférieure de la tige spicifère continue à végéter, élabore la matière verte et se couvre même de rameaux plus forts que ceux des tiges stériles. Ces espèces sont donc, à cet égard, comme des intermédiaires entre les espèces à tiges de deux sortes et les espèces à tiges toutes conformes.

Il est à remarquer que même sur ces dernières espèces, les tiges vertes et conformes qui portent un épi se modifient notablement aux entre-nœuds les plus rapprochés de l'épi terminal. En effet, ces entre-nœuds perdent peu à peu l'intensité de leur couleur verte; ils deviennent moins résistants; leurs gaînes se dilatent; celle qui est

immédiatement sous l'épi devient large, évasée, plus colorée et plus membraneuse, et, depuis cette gaîne jusqu'à l'épi, la tige perd entièrement ses aspérités, ses stomates, sa chlorophylle, et prend la couleur blanche ou rose pâle, la surface lisse et la consistance molle des tiges spicifères propres. Il est impossible de ne pas reconnaître une analogie évidente entre ces diverses modifications et celles qui, chez certains phanérogames, existent vers les extrémités de leurs tiges, dans la forme et la couleur des feuilles voisines des rameaux florifères. L'organisation des tiges spicifères propres, ainsi que celle des entre-nœuds contigus à l'épi, est évidemment une préparation à l'apparition des organes reproducteurs; seulement, sur les premières, cette constitution préparatoire envahit toute l'étendue de la tige, tandis que, sur les autres, elle se réduit aux entre-nœuds supérieurs.

La portion de la tige ou des rameaux spicifères qui s'étend entre la plus haute gaîne et l'épi simule un pédoncule et en a quelquefois improprement reçu le nom. Cette partie qui, je le répète, est toujours de consistance molle et de couleur pâle, est quelquefois très-longue sur les tiges spicifères propres, et d'autres fois, sur les tiges spicifères conformes, tellement courte qu'elle reste comme cachée dans la dernière gaîne. Sur cette même partie, au-dessous de l'épi, et à une distance variable, se trouve une saillie circulaire, et qui semble les derniers vestiges d'une gaîne modifiée; on l'appelle l'*anneau*. Au moment où l'épi sort de la dernière gaîne, l'anneau est étroitement appliqué contre lui, et son tissu de consistance molle présente des saillies moulées sur les inégalités du verticille inférieur de l'épi, et simulant des lobes qui s'effacent bientôt. Souvent sur l'*E. maximum*, et quelquefois sur l'*E. arvense*, il y a deux anneaux. L'épi est subcylindrique, un peu atténué aux deux extrémités et quelquefois ovoïde. Bischoff a fait remarquer que la longueur de l'épi est toujours avec celle du *pédoncule* dans une relation telle que si l'un s'étend ou se réduit, l'autre s'allonge ou se raccourcit de même, et que, plus le *pédoncule* est long, plus il est de consistance molle et prompt à se faner (*Krypt. Gew.*, p. 31). Sur les trois premiers groupes, l'épi est obtus; sur le groupe des *Hyemalia* il est apiculé.

Ce point excepté, les épis, quels que soient les tiges ou les rameaux qui les supportent, offrent sur toutes les espèces la même organisation essentielle et ne diffèrent guère que par les dimensions. Ils se composent donc invariablement de plusieurs verticilles rapprochés et superposés de pédicelles horizontaux, épanouis à leur extrémité en une expansion charnue et peltiforme, parallèle à l'axe principal, et que, pour abréger, j'appellerai *clypéole* (pl. VII, fig. 18 *c*). Le nombre des verticilles et celui des pédicelles est un peu variable sur une même espèce et très-variable d'une espèce à l'autre; sur l'*E. maximum* on compte jusqu'à 35 verticilles et une moyenne de 15 pédicelles à chacun; l'*E. variegatum* n'a souvent que 6 verticilles de 6 pédicelles. Le pédicelle est, comme l'axe principal de l'épi, d'un blanc pâle ou rosé; la surface

externe du clypéole est de couleur très-variable, rose, verdâtre, brune ou d'un noir mat; et, par suite de la compression réciproque, elle est le plus souvent de forme hexagonale. A la face interne se trouvent disposés en verticille et parallèlement aux pédicelles cinq ou six petits sacs, deux ou trois fois plus longs que larges, ayant la forme de la dernière phalange d'un doigt; ce sont les sporanges (pl. VII, fig. 18 *b*). Ils sont tous semblables entre eux. Leur tissu est simple, incolore, un peu transparent et formé de cellules fibro-spiralées très-élégantes. Ces sporanges s'ouvrent par une fente longitudinale sur le côté qui regarde le pédicelle, et laissent échapper, ou plutôt lancent au loin, sous forme de poussière verte, des spores très-nombreuses. Ces spores, toutes semblables entre elles, consistent en une petite sphère verte, à laquelle adhèrent deux longs appendices filiformes, aplatis et spatulés à leurs extrémités; on les a appelés *élatères* (pl. VIII, fig. 31, et pl. IX, fig. 8). Comme ils sont contigus entre eux à leur point d'adhérence à la spore, ils simulent quatre branches qui se réuniraient sous la spore. Souvent, lors de la sporose, les élatères s'entortillent entre eux, et les spores restent suspendues contre les sporanges en petits paquets qui présentent l'aspect d'un feutre gris verdâtre. Ces élatères sont éminemment hygroscopiques; avec l'humidité ils s'enroulent étroitement autour de la spore en une double spirale; mais, en se desséchant, ils se déroulent brusquement, et sont ainsi lancés au loin et la spore avec eux. Observé au microscope sur plusieurs spores à la fois, ce phénomène offre à l'œil un spectacle ravissant. Sous le souffle le plus léger de l'observateur, les élatères, par la succession de leurs contractions et de leurs extensions, exécutent les mouvements les plus gracieux, et toute la masse des spores paraît animée.

De ces spores proviennent les sporophymes[1], sur lesquels apparaissent d'abord les véritables organes de fécondation, savoir les anthéridies avec leurs spermatozoïdes, et les archégones avec la cellule reproductive, et enfin les nouvelles plantes, comme il sera exposé avec détails au ch. IV.

[1] Dans un mémoire publié en 1859 (*Bull. Soc. bot. Fr.*, VI, p. 701) j'ai adopté et proposé le nom de *sporophyme*, pour désigner la petite plante qui résulte immédiatement du développement de la spore. Il m'a paru remplacer avec avantage ceux de *proembryon*, de *prothalle*, qui manquent entièrement de justesse, puisqu'il n'y a chez les Equisetum ni thalle ni embryon proprement dit. On peut voir dans le même *Bull.*, VI, p. 212, les justes observations de M. Clos sur ces diverses dénominations. M. W. Ph. Schimper donne le nom de «*protonema* à cette végétation intermédiaire entre la sporule et la jeune plante» (*Sphag.*, p. 17 et 18). Parfaitement juste pour les *Sphagnum*, où cette végétation intermédiaire n'est «destinée qu'à nourrir le jeune individu», cette expression cesserait de l'être pour les Equisetum, où le végétal de transition doit donner naissance aux organes de la fécondation avant de supporter et de nourrir les plantes nouvelles.

CHAPITRE II

Description analytique d'une plante adulte

§ 1er. *De l'épiderme*

De l'épiderme des rhizomes. — L'épiderme des rhizomes se compose invariablement d'une seule couche de cellules allongées, présentant généralement dans chaque groupe des caractères essentiels communs, et, sur chaque espèce, des différences de détail très-constantes.

Ainsi, les espèces des deux premiers groupes (*E. maximum*, *sylvaticum*, *arvense*) offrent des cellules épidermiques à parois très-minces, presque toutes pourvues de fibrilles, qui couvrent la surface du rhizome d'un tomentum plus ou moins serré.

Les espèces du troisième groupe, toutes plus ou moins aquatiques (*E. littorale*, *limosum*, *palustre*) et, de plus l'*E. pratense*, ont des cellules épidermiques à parois très-épaisses, entièrement dépourvues de tomentum (les gaînes exceptées), et la surface des entre-nœuds du rhizome est lisse et luisante.

Les cellules du quatrième groupe (*Hyemalia*) ont des parois très-épaisses, revêtues à l'extérieur d'une croûte siliceuse et rugueuse. Elles ne sont tomenteuses que sur les gaînes, et la surface des rhizomes est d'un noir mat.

Les rhizomes de l'*E. maximum* (pl. II, fig. 1, 2) ont des cellules épidermiques transparentes, peu colorées, presque cylindriques, tout unies; seulement, au point où doit paraître une fibrille, la paroi extérieure se soulève en un petit mamelon hémisphérique, dont le milieu se prolonge en fibrille à base dilatée, sans aucun diaphragme ni à l'origine ni sur sa longueur.

Ici, comme dans les autres espèces, ces fibrilles, toujours simples et sans aucune articulation, deviennent souvent très-longues et atteignent jusqu'à cinq millimètres. Elles sont excessivement hygrométriques, et sur le porte-objet le souffle de l'observateur suffit pour les faire se tordre et sautiller. Le peu d'épaisseur de leurs parois, faiblement colorées en roux pâle, permet de voir s'avancer dans leur intérieur le liquide avec lequel on les met en contact, après les en avoir privées pendant quelques instants. Ces fibrilles sont assez caduques; après leur chute, le mamelon qui les supportait offre au sommet une ouverture circulaire. Avec l'âge et sur les vieux rhizomes, toutes les fibrilles se détachent et souvent avec elles les cellules minces de l'épiderme; ce qui est commun à toutes les espèces sur les régions tomenteuses des rhizomes.

L'*E. sylvaticum* offre des cellules à parois encore plus minces et moins colorées;

mais plusieurs rangs des cellules sous-jacentes ont des parois très-épaisses et fortement colorées, dont l'épaisseur et la coloration vont en diminuant de la périphérie vers le centre. Les dilatations de la base des fibrilles sont très-faibles, et assez ordinairement plusieurs sont placées transversalement à côté les unes des autres. Les fibrilles ne persistent pas aussi longtemps sur la partie moyenne des entre-nœuds que vers leurs extrémités.

Les cellules de l'*E. arvense* (pl. II, fig. 3-5) sont également transparentes et minces, avec des cellules sous-jacentes à parois très-épaisses et très-fortement colorées en roux brun. Les fibrilles sont plus nombreuses et plus persistantes que sur l'espèce précédente, et les dilatations de leur base sont beaucoup plus élevées et plus grosses; elles sont aussi toujours plus étendues dans le sens de la longueur que dans celui de la largeur et placées en grand nombre à côté les unes des autres, le plus souvent vers l'extrémité des cellules, mais fréquemment aussi vers leur milieu.

L'épiderme du rhizome de l'*E. pratense* (pl. II, fig. 6) fait exception dans ce groupe : il ne présente ni grandes cellules extérieures à parois minces, ni tomentum, mais une surface lisse et des cellules très-petites, à parois très-épaisses, à cavité presque nulle. Les trois ou quatre couches sous-jacentes sont également composées de cellules à parois très-épaisses et à cavité très-petite.

L'*E. littorale* (pl. II, fig. 7) est le plus caractérisé des trois espèces du troisième groupe. Les cellules épidermiques de ses rhizomes horizontaux et de la partie souterraine de ses tiges sont simples, cylindriques et d'une dureté qui égale au moins celle de la corne. Leurs parois deviennent si épaisses par l'addition successive de couches intérieures colorées, que c'est à peine s'il subsiste à leur intérieur une petite cavité longitudinale presque imperceptible; le plus souvent, pour ne pas dire toujours, les cellules de la seconde couche se sont également remplies par des dépôts successifs, et cette épaisseur va en diminuant à mesure que les cellules se rapprochent du centre. Les parois latérales sont à peine ondulées, et les extérieures, constituant la surface de l'épiderme, sont d'un noir très-foncé, parfaitement lisses et luisantes.

Les cellules épidermiques de l'*E. limosum* (pl. II, fig. 8, 9) sont d'une extrême simplicité, à peu près cylindriques, avec une cavité longitudinale tout unie et des parois épaisses, fortement colorées en pourpre noir et, malgré cela, assez transparentes. Les parois latérales sont un peu ondulées. Les cellules immédiatement sous-jacentes sont à peine colorées et encore à parois épaisses; la troisième couche est incolore et à parois minces.

Les parois des cellules épidermiques de l'*E. palustre* (pl. II, fig. 10-12) sont très-épaisses, très-fortement colorées en roux noir, d'ailleurs entièrement opaques et presque aussi dures que celles de l'*E. littorale*. Des coupes transversales et longitu-

dinales montrent que cette épaisseur est due au dépôt de nombreuses couches laissant à l'intérieur une étroite cavité longitudinale, de laquelle partent à des intervalles assez égaux de petites cavités allant perpendiculairement vers la surface de l'épiderme dont elles ne sont séparées que par une membrane très-mince. Vues de face et du dehors ces petites cavités paraissent sous forme de petits points brillants distribués tout le long des cellules; et la ténuité de la membrane, qui les empêche de communiquer avec l'extérieur, semble leur permettre de remplir les fonctions des fibrilles dont ces rhizomes sont dépourvus. Les couches sous-jacentes sont très-peu colorées et à parois épaisses.

Dans ce groupe et dans le groupe suivant, l'épiderme des gaînes des rhizomes ne ressemble en rien à l'épiderme des entre-nœuds, comme celui des gaînes des tiges aériennes, il n'a de cellules longues que sur le dos des côtes et des lobes; dans les sillons commissuraux il se compose de cellules courtes, plus ou moins ovales, très-irrégulières et disposées obliquement de chaque côté du sillon (pl. II, fig. 19). Ces diverses cellules portent des fibrilles et sont à parois minces, tout à fait comme celles des deux premiers groupes. Tout le tissu de la gaîne est lâche et mou, de telle sorte qu'il se pourrit très-vite; tandis que l'épiderme des entre-nœuds semble se conserver indéfiniment, et après un an de macération dans l'eau il a encore toute sa fermeté et toute sa fraîcheur.

Les caractères communs aux espèces du groupe des *Hyemalia* ont été énoncés plus haut. L'*E. ramosissimum* présente des cellules épidermiques plus longues que celles des espèces voisines et à parois fortement ondulées. Sur les jeunes rhizomes, les parois extérieures de ces cellules offrent vers leurs extrémités, et quelquefois vers leur milieu, un espace demi-circulaire ou circulaire très-transparent (pl. II, fig. 17 *a*), ce qui indique que vers ces points la paroi extérieure devient plus mince et la cavité intérieure plus grande, comme le montre d'ailleurs une coupe longitudinale. Les encroûtements siliceux qui avec l'âge recouvrent l'épiderme des rhizomes de ce groupe et s'y présentent sous forme de mamelons, ou plutôt de saillies transversales, sont moins prononcés sur cette espèce que sur l'*E. hyemale*, mais beaucoup plus forts que sur l'*E. variegatum*.

Sur cette dernière espèce, en effet, ces rugosités transversales sont si petites, si rapprochées et si nombreuses, qu'à la vue simple l'épiderme paraît uni et presque brillant. La cavité intérieure des cellules se rapproche considérablement de celle de l'*E. palustre*, en ce qu'elle présente à des intervalles à peu près égaux de petites cavités transversales dirigées vers le dehors (pl. II, fig. 18); de sorte que, vues de face, ces cellules montrent parmi leurs rugosités de petits points lumineux disposés en lignes régulières. Les parois sont d'ailleurs très-épaisses, très-colorées; les latérales sont peu ondulées.

L'*E. hyemale*, type de ce groupe, a des cellules épidermiques à parois très-épaisses, très-colorées en roux noir et dès lors très-opaques (pl. II, fig. 13-15). Leur paroi extérieure est très-dure, très-rude et tout encroûtée de rugosités siliceuses transversales et allant d'une cellule sur l'autre (pl. II, fig. 15 *c*); l'épaisseur de ces encroûtements s'ajoute à celle des parois, contribue à augmenter la dimension dans le sens du rayon, et fait paraître les cellules comprimées par les côtés et plus profondes que larges. Les cellules s'unissent latéralement par des parois profondément sinueuses. Leur cavité, presque régulière dans le jeune âge, devient plus tard très-irrégulière; petite et cylindrique vers le milieu de la longueur, elle se dilate vers les extrémités en cavités sinueuses (pl. II, fig. 14 *a*), qui, vues du dehors, rendent la paroi extérieure plus transparente (pl. II, fig. 16 *a*) sur des espaces circulaires irréguliers. Les cellules immédiatement sous-jacentes sont très-petites, à parois épaisses et peu colorées. La couleur appartient aux parois des cellules; les rugosités siliceuses sont de silice pure parfaitement translucide.

L'épiderme de l'*E. trachyodon* ne diffère pas notablement de celui de l'*E. hyemale.*

L'épiderme des tubercules est dans son ensemble semblable à celui des entre-nœuds du rhizome de la même espèce; comme lui pourvu ou dépourvu de fibrilles, luisant ou non, avec cette différence constante que les cellules sont plus grosses, beaucoup plus courtes et d'une longueur à peine double de la largeur.

L'épiderme des racines (pl. II, fig. 25) est à peu près le même sur toutes les espèces; il présente constamment des cellules longues, simples, à parois minces avec fibrilles, et il se détruit assez rapidement. Les cellules de la pointe des racines seront décrites au chapitre suivant.

De l'épiderme des tiges. — Ce qui frappe tout d'abord dans l'examen de l'épiderme des tiges, c'est le remplacement de la cuticule par un encroûtement transparent, plus ou moins épais et plus ou moins rude.

Cet encroûtement est de la silice parfaitement transparente et qui m'a constamment paru être à l'état amorphe. M. Edw. Newman dit très-expressément en parlant de l'*E. hyemale :* « La silice s'y montre sous forme de petits cristaux, disposés avec une régularité admirable et parfaite. Dans le volume sur l'optique, faisant partie du Cabinet Cyclopedia de Lardner, le Dr Brewster a fait connaître qu'il a trouvé chaque molécule de cette silice possédant un axe de double réfraction, that he found each « particle of silex to possess an axis of double refraction » (*Brit. ferns*, p. 22). Je n'ai pu voir rien de semblable, ni, je le répète, distinguer aucun signe de cristallisation. La silice m'a paru être très-pure. Quand on traite l'épiderme intact par l'acide sulfurique, il se produit un petit dégagement de gaz, annonçant la présence du carbonate de chaux; mais, comme le fait remarquer M. C. Sanio dans ses savantes recherches, il est difficile de déterminer si cette dernière substance se trouve « dans les cellules de

l'épiderme ou dans la carapace avec l'acide silicique » (*Epid. u. Spalt. Eq.*, p. 397). Il se pourrait aussi que l'effet observé fût dû simplement à la présence sur la surface rugueuse des Equisetum de quelques grains de poussière calcaire ; car l'effervescence, quand elle a lieu, cesse de suite, et, d'autre part, il m'a été impossible d'en constater la moindre trace sur l'épiderme de jeunes sujets élevés sous cloche.

Cet encroûtement siliceux n'est jamais, comme la cuticule, d'une épaisseur uniforme ; néanmoins je n'ai pu y découvrir aucun signe de structure organique proprement dite. Quand on l'isole par une longue macération, par l'incinération de l'épiderme, ou par l'ébullition dans l'acide sulfurique, on y constate les modifications suivantes. La surface intérieure porte le plus souvent, mais non toujours, l'empreinte des parois ondulées des cellules et des stomates. La surface extérieure n'est que rarement unie ; le plus ordinairement elle est toute parsemée de petits mamelons obtus répandus sans ordre sur toute la surface (*E. arvense*), ou situés au-dessus des sinuosités des parois latérales des cellules (*E. arvense, littorale, limosum, palustre ;* pl. III, fig. 2, 7). Ils forment aussi des lignes transversales peu régulières (*E. arvense*, *palustre*); ou bien ils sont disposés concentriquement soit autour de plus gros mamelons très-saillants (*E. sylvaticum*, pl. III, fig. 7), soit autour de certains espaces circulaires dépourvus de points (*E. arvense*, pl. III, fig. 3, 15); soit autour des stomates et sur eux (pl. III, fig. 3); ou bien encore il n'y a presque pas de points en saillie et ces espaces circulaires sont si minces et si transparents qu'ils simulent des lacunes (*E. arvense*, *palustre*, *limosum*, *littorale* etc.). Ces espaces circulaires sont toujours vers les extrémité des cellules épidermiques et exactement au-dessus de leur surface externe, jamais au-dessus des cloisons de séparation (*E. arvense*, pl. III, fig. 3, 15).

Il est difficile de ne pas reconnaître dans ces mamelons arrondis et dans leur disposition en cercles concentriques la tendance de la silice à se déposer en zones concentriques. On trouve des dispositions tout à fait analogues dans les couches siliceuses qui ont pénétré le test des coquilles fossiles [1].

Les Equisetum du troisième groupe ont souvent sur les côtes des saillies siliceuses contiguës disposées en lignes transversales ; mais c'est surtout dans le groupe des *Hyemalia* que ces saillies transversales prennent sur les côtes une épaisseur très-considérable. Elles y constituent de véritables gibbosités coniques, à sommet émoussé (pl. III, fig. 10 *bis*), visibles à l'œil nu, et elles donnent aux espèces de ce groupe cette rudesse toute particulière qui les rend un objet de commerce. Souvent sur les *E. hyemale* et *trachyodon* cet encroûtement n'est pas seulement superficiel, mais à certains points il pénètre à l'intérieur de la tige, entre les tissus. Ces points sont tou-

[1] Voy. Alex. Brongniart, art. Silex du *Dict. sc. nat.* de Levrault, tom. XLIX, p. 169 et suiv.; pl. VI, VII d. minéral., 59e cah., et aussi *Ann. sc. nat.*, tom. XXIII, p. 166, pl. VI, f. 1-3; pl. VII, fig. 1, 2, 4; J. Duval-Jouve, *Bélemnites des Basses-Alpes*, p. 25.

jours reconnaissables sur les vieilles tiges à ce qu'ils sont noirs à l'extérieur et indiquent une lésion. Si sur ces points on dissèque le sujet, on y trouve un cône siliceux, irrégulier, dont la base adhère à la croûte antérieure et dont la pointe est dirigée vers l'intérieur. Il paraît qu'à la suite d'une lésion les parois cellulaires disloquées ou mises à nu ont été le siége d'une sécrétion plus abondante, mais que l'induration de la croûte siliceuse précédemment sécrétée n'a pas permis l'issue à l'extérieur de la nouvelle sécrétion, refoulée ainsi vers l'intérieur entre les cellules. J'ai fréquemment obtenu de ces cônes siliceux ayant plus d'un millimètre et demi dans chacune de leurs dimensions. Ce fait si constant et si facile à reproduire à volonté, en meurtrissant sur un point les cellules de l'épiderme, ou en les disloquant par une brusque courbure, ne m'a pas permis un doute sur la nature de cet encroûtement, comme dépôt de substance sécrétée par les cellules épidermiques. Je crois donc que la silice entre dans la plante à l'état d'acide libre, dissoute dans l'eau de végétation; qu'elle se dépose à la surface externe des cellules de l'épiderme et s'y accumule avec l'âge, par suite de l'évaporation dont l'épiderme est le siége. M. C. Sanio, après avoir rappelé quelques-unes des particularités d'aspect que présente la « carapace siliceuse », ainsi que les empreintes des cellules épidermiques sur cette carapace, ajoute : « Tout cela paraît prouver que l'acide silicique n'est pas simplement sécrété à la surface des cellules, mais qu'au contraire cette substance s'est déposée dans la paroi la plus extérieure des cellules de l'épiderme, après quoi la substance organique paraît avoir disparu plus tard » (*Epid. u. Spalt. Eq.*, p. 400). Il me semble que les empreintes des cellules sont une simple conséquence de ce fait que l'acide silicique s'est moulé sur les cellules en se solidifiant. D'autre part, les innombrables modifications que présente cet encroûtement, variables avec son épaisseur, mais toujours en rapport avec les formes générales qu'affectent les dépôts de silice, semblent prouver avec la plus complète évidence qu'il y a là simple sécrétion, encroûtement avec modifications se rattachant aux lois générales des dépôts siliceux.

Un motif de croire que cette croûte siliceuse n'est qu'une sécrétion qui se dépose et s'accumule par effet d'évaporation à la surface libre des cellules, se trouve pour moi dans le fait suivant. Les cellules des stomates n'ont que leur partie centrale à l'air libre; à leur pourtour elles s'enfoncent plus ou moins sous les cellules épidermiques contiguës. Or la croûte siliceuse, qui recouvre les stomates, n'en recouvre que la partie libre et ne pénètre point entre eux et les cellules contiguës[1] ; mais elle s'étend, sous forme de plaque mince hérissée de saillies plus ou moins fortes, dans la fente longitudinale qui constitue l'ostiole des stomates. Ce fait, constaté par M. C.

[1] A moins que, par exception, les cellules épidermiques ne se soulèvent un peu et ne laissent de l'air entre elles et les cellules stomatiques, comme dans les cas que M. C. Sanio cite sur l'*E. pratense* (*Epid. u. Spalt. Eq.*, p. 405).

Sanio lui-même (o. c., p. 399, 411 et 412), démontre très-évidemment, à ce qu'il me semble, que les cellules stomatiques, comme les autres, sécrètent l'acide silicique dissous dans l'eau de végétation, mais seulement sur la partie de leur surface qui est libre et à l'air; tandis que la partie des mêmes cellules qui n'est pas à l'air libre ne sécrète pas cette substance. Je dois avoir la franchise d'ajouter que M. C. Sanio tire du même fait une conclusion directement opposée à la mienne (o. c., p. 402).

Les modifications superficielles de cet encroûtement varient extrêmement avec l'âge, la force, la station, ou la région de la tige des individus d'une même espèce. Ainsi, sur les espèces aquatiques du troisième groupe, les entre-nœuds submergés ont la croûte siliceuse très-mince et presque nulle, ou au contraire épaisse et couverte de très-grosses saillies disposées en lignes transversales, si la submersion a été longtemps interrompue. C'est pourquoi il convient, à mon avis, de ne pas trop s'arrêter à ces petites différences affectant la surface d'un dépôt dont les modifications ultérieures deviennent étrangères à l'organisme végétal qui l'a sécrété.

Après la croûte siliceuse, ce qui frappe l'attention dans l'étude de l'épiderme des tiges, c'est que sur les espèces du deuxième et du troisième groupe, au-dessous de la couche extérieure, notamment dans le voisinage des stomates, il semble y avoir une seconde couche de cellules, qui par leur position et leurs dimensions correspondent aux premières presque cellule à cellule (pl. IV, fig. 2, 4, 6, 8, 9, 15). M. W. Hofmeister mentionne ces deux couches, ajoutant que « les cellules qui les composent n'ont en grosseur que le 1/8 de celles de la couche voisine intérieure, et sont huit fois plus nombreuses que ces dernières (*Vergl. Unters.*, p. 92). » Cette expression est trop absolue; au-dessous de ces deux couches, quand elles existent, sont ou des fibres longues et étroites, ou des cellules à chlorophylle dont la différence de grandeur est loin d'être aussi considérable et souvent à peine appréciable (pl. III, fig. 1).

Sur tous les rhizomes d'une même espèce l'épiderme est constamment semblable, parce que les tiges stériles et les tiges spicifères s'élèvent indifféremment des mêmes rhizomes. Mais il n'en est pas ainsi de l'épiderme des tiges; et aux différences générales d'aspect qui existent entre les tiges spicifères et les tiges stériles de certaines espèces, répondent sur l'épiderme des différences tout aussi remarquables et aussi profondes.

L'épiderme des tiges spicifères propres de l'*E. maximum* est composé sur toute la surface de l'entre-nœud d'une seule sorte de cellules très-étroites, très-longues, très-résistantes, sans stomates. Leurs parois latérales sont peu ondulées et leur surface extérieure est revêtue d'un encroûtement siliceux un peu pointillé (pl. III, fig. 5).

Sur l'*E. arvense* les cellules épidermiques de la tige spicifère propre sont également d'une seule sorte et sans stomates, mais elles ont le double de la largeur et seulement la moitié de la longueur des précédentes. Leurs parois latérales sont beau-

coup plus ondulées; l'extérieure est très-délicate et la croûte siliceuse n'est souvent représentée que par quelques petites saillies qui, sur les sujets les plus vigoureux, se montrent comme des points brillants vers les sinuosités latérales (pl. III, fig. 2).

Si sur les tiges spicifères de ces deux espèces l'épiderme des entre-nœuds est entièrement dépourvu de stomates, composé d'une seule sorte de cellules, et si les entre-nœuds sont privés de matière verte et, à ce double titre, diffèrent essentiellement des entre-nœuds des tiges stériles, il n'en est pas de même des gaînes de ces mêmes tiges. Elles ont des cellules épidermiques de deux sortes, des stomates; elles élaborent la chlorophylle et, malgré l'ampleur de leurs dimensions et la couleur particulière qui les distinguent de celles des tiges stériles, elles en contiennent dans leur ensemble tous les éléments (pl. III, fig. 11-15); j'en parlerai avec plus de détails en traitant des gaînes des tiges stériles, p. 27-29.

Les rapports généraux de ressemblance entre les tiges stériles et les tiges spicifères des *E. sylvaticum* et *pratense* se reproduisent sur leur épiderme; et celui des tiges spicifères est tout à fait conforme à celui des tiges stériles jeunes, dont la description viendra en son lieu.

L'épiderme des tiges stériles de l'*E. maximum* offre une particularité qui n'appartient qu'à cette espèce. Il ne présente que des cellules d'une seule sorte, avec absence complète de stomates et de chlorophylle. Ces cellules sont à peu près de même forme que celles des tiges spicifères; toutefois un peu moins longues et plus ondulées sur leurs parois latérales. Leur cavité paraît unie et en même temps un peu dilatée à l'extérieur vers les extrémités[1]. La croûte siliceuse est faible et marquée de petits points mamelonnés disposés le plus souvent en lignes transversales (pl. III, fig. 6). Les cellules épidermiques de la gaîne de ces tiges, comme celles des tiges spicifères, sont de deux sortes, avec des stomates et de la chlorophylle (pl. III, fig. 11, 12); il en sera question p. 27-29.

L'épiderme des tiges stériles de l'*E. arvense* et celui des tiges spicifères ou stériles de toutes les autres espèces offre comme caractères communs: 1° deux sortes de cellules: les unes plus longues, plus étroites et très-régulières, superposées aux faisceaux de fibres corticales; les autres plus courtes, plus larges et moins régulières, superposées aux bandes de cellules à chlorophylle; 2° parmi ces dernières des stomates (pl. III, fig. 4); 3° à la surface du tout absence complète de la cuticule, remplacée par une croûte siliceuse.

Les cellules de l'épiderme des entre-nœuds sont donc de deux sortes, ou, si l'on aime mieux, présentent les deux aspects qui viennent d'être signalés et auxquels

[1] C'est à tort que M. C. Sanio a nié ces dilatations des cellules épidermiques (o. c., p. 400); elles existent dans cette espèce, aussi bien que sur les cellules épidermiques de certains rhizomes précédemment décrites.

se réduit presque la différence qui les distingue. Les unes et les autres ont leur paroi intérieure constamment lisse sur ses deux surfaces. Leurs parois de contact, aux côtés comme aux extrémités, sont plus ou moins ondulées, et elles adhèrent les unes aux autres par un engrènement de saillies et d'échancrures qui rend leur union très-solide et très-résistante. Ces sinuosités ondulées n'existent point sur toute l'étendue de la paroi latérale, mais plus particulièrement vers l'angle extérieur, et elles diminuent et disparaissent presque en allant vers l'intérieur. La surface interne de ces parois latérales est quelquefois presque unie (*E. limosum*, *littorale*), d'autres fois elle suit les ondulations de la surface interne, et alors la cavité de la cellule s'enfonce dans les sinuosités en les pénétrant par de petites cavités coniques (*E. arvense*, *palustre* et *Hyemalia*); la fig. 16 de la pl. II donne une idée des sinuosités de la surface interne des cellules. Mais il n'y a rien de bien constant dans ces légères différences. La paroi extérieure offre souvent des ondulations et des soulèvements vers ses extrémités et quelquefois en même temps sur la région médiane, soulèvements qui répondent toujours exactement à quelques-uns de ces espaces circulaires mentionnés plus haut, et où l'encroûtement siliceux présente soit une moindre épaisseur, soit des cercles concentriques de petites saillies. L'épaisseur des parois est très-variable avec l'âge et même très-variable sur des individus de même âge. Des coupes transversales de l'épiderme non préparé permettent déjà de reconnaître les couches qui constituent cette épaisseur; on les distingue avec une extrême facilité en traitant les mêmes coupes par l'ébullition dans une solution de potasse caustique et par la macération dans le chlorate de potasse et l'acide azotique. Mais par ce traitement, les parois se gonflent extrêmement, se déforment et ne donnent plus leur apparence réelle et normale.

Les cellules courtes et les cellules longues sont, comme nous l'avons vu, invariablement superposées, les unes, aux faisceaux de fibres corticales, les autres, aux bandes de cellules à chlorophylle; leur distribution suit dès lors toutes les différences que présente, d'une espèce à l'autre, la répartition générale de ces bandes très-constante sur tous les sujets d'une même espèce.

Ainsi l'*E. sylvaticum* porte sur ses côtes dix-sept ou dix-huit rangs de cellules longues, puis un seul rang, rarement deux, de cellules courtes à stomates; et enfin au fond du sillon une vingtaine de cellules longues. Sur le fond des sillons et sur la ligne médiane des côtes, ces dernières cellules n'offrent d'autre particularité que leur étroitesse extrême et l'abondance des petites éminences de la croûte siliceuse précédemment décrites, mais de chaque côté des côtes, vers le sixième rang à partir des cellules à stomates, au point où un angle très-saillant marque la séparation des côtes et des sillons, il y a une ligne de cellules un peu plus larges et plus courtes, lesquelles émettent de leur surface extérieure une saillie creuse et sans diaphragme

en forme de longue papille ou de poil (pl. III, fig. 7). C'est ce qui a fait dire les tiges « finement hérissées sur les angles » (Grenier). L'épiderme des tiges spicifères offre les mêmes caractères; seulement dans le jeune âge les rangs des cellules à stomates sont moins marqués et moins nombreux que sur les sujets adultes.

L'*E. pratense* offre à peu près les mêmes faits sur de moindres dimensions. Une douzaine de longues cellules occupent le fond des sillons, puis vient un rang de cellules courtes à stomates, sur chaque flanc des côtes cinq ou six cellules longues; mais le dos de la côte est occupé par trois à six rangs de cellules larges et courtes, à parois épaisses, portant les longues papilles piliformes décrites ci-dessus (pl. III, fig. 8), non, comme l'*E. sylvaticum*, seulement sur les bords des côtes, mais jusque sur leur dos, ce qui rend les tiges stériles assez rudes.

L'*E. arvense* présente une répartition analogue de ses deux espèces de cellules; sur les côtes une vingtaine de longues cellules, parmi lesquelles quelques-unes s'élèvent un peu au-dessus des autres; puis de chaque côté quatre rangs de cellules courtes à stomates, et au fond de chaque sillon six ou huit rangs seulement de cellules longues.

Sur les espèces du troisième groupe le mode de répartition change entièrement; il n'y a plus de cellules longues au fond des sillons et il ne s'en trouve que sur les côtes (pl. III, fig. 9, 10); l'*E. littorale* en a une quinzaine, les deux autres au maximum douze. Les sillons sont entièrement occupés par de larges cellules, sur tous les rangs desquelles de très-nombreux stomates sont disséminés sans ordre nettement déterminé; l'*E. palustre* en a une vingtaine de rangs; le *limosum* jusqu'à trente; le *littorale* de quinze à vingt; il n'est pas rare que sur un même entre-nœud de cette espèce quelques rangs du fond du sillon soient dépourvus de stomates.

Dans le groupe des *Hyemalia*, la répartition est encore différente : un seul rang de cellules à stomates se trouve de chaque côté du fond des sillons et tout le reste est de cellules longues superposées à des fibres corticales. L'*E. variegatum* n'a guère que cinq rangs au fond du sillon et seize sur les côtes. Les *E. ramosissimum*, *trachyodon* et *hyemale* en ont de sept à dix au fond des sillons et une vingtaine sur les côtes. Ces nombres sont sujets à varier avec la force des pieds, mais la relation qu'ils expriment demeure constante.

L'épiderme des gaînes mérite une mention spéciale. Les particularités qu'il présente sont communes à toutes les espèces et consistent en ce que :

1° Quelle que soit la répartition des deux sortes de cellules sur les gaînes, les cellules de l'épiderme et les cellules sous-jacentes, à mesure qu'elles se rapprochent du milieu d'un sillon, deviennent de plus en plus irrégulières, obliques et finalement transversales (pl. III, fig. 11-18).

2° Vers la moitié supérieure des lobes des gaînes et sur leur ligne médiane, les cellules de l'épiderme présentent, par leur mode d'articulation, des aspérités remar-

quables. Au lieu de s'articuler simplement par la juxta-position de leurs extrémités, les cellules s'imbriquent de bas en haut, de façon que, deux cellules étant données, l'inférieure s'avance sur la supérieure immédiate et ne s'articule avec elle qu'après avoir fait un pli et par sa face inférieure, comme le montre le profil de la fig. 19 *a*, pl. III. Sur l'*E. trachyodon*, ce mode d'articulation en crémaillère est à son développement extrême et constitue ces aspérités que M. Al. Braun a voulu rappeler par le nom qu'il a imposé à cet Equisetum.

3° Enfin, quelle que soit la différence qui, sur certaines espèces, existe entre l'épiderme des entre-nœuds de leurs tiges spicifères et celui de leurs tiges stériles, sur les mêmes espèces, les gaînes des tiges vernales spicifères ont leur épiderme tout à fait semblable à celui des gaînes des tiges plus tardives et stériles. Et sur toutes les espèces, les unes et les autres portent des stomates au moins sur leurs deux tiers inférieurs, c'est-à-dire sur toute la région non déchirée en lobes. Dans le voisinage des stomates des gaînes, les petites saillies de la croûte siliceuse se disposent plus particulièrement et plus constamment qu'ailleurs en cercles concentriques très-élégants (pl. III, fig. 11-18, et particulièrement fig. 15).

L'*E. maximum* offre sur les côtes de ses gaînes douze à quatorze rangées de cellules épidermiques très-allongées, très-étroites, à bords très-élégamment ondulés; les cellules à stomates occupent le dernier rang, plus rarement les deux derniers, de chaque côté de cette bande médiane; après elles il y a encore un ou deux rangs de cellules longues; au delà, ces cellules deviennent courtes, irrégulières, puis obliques et tout à fait transversales dans le sillon commissural (pl. III, fig. 11, 12). Vers la pointe des lobes, les cellules épidermiques sont moins distinctes, il n'y a plus qu'une couche de cellules démesurément longues et étroites; et je ne sais pas si on doit les rapporter à l'épiderme plutôt qu'à la couche sous-jacente qui aurait dépassé l'épiderme et n'aurait pas été recouverte par lui.

L'épiderme des tiges spicifères de l'*E. arvense* change subitement à la base des gaînes et devient identique à celui des gaînes des tiges stériles; sur les unes et sur les autres, vingt rangs de cellules longues occupent le dos de la côte; viennent ensuite de chaque côté cinq rangs de cellules courtes avec stomates; puis cinq ou six rangs de cellules longues, enfin les cellules obliques et transversales du fond du sillon (pl. III, fig. 13-15).

L'*E. sylvaticum* et l'*E. pratense* ne conservent pas sur leurs gaînes les papilles que présentent certaines cellules de l'épiderme de leurs entre-nœuds. A la base de la gaîne, les rangs de cellules qui portaient ces papilles deviennent semblables à leurs voisins; du reste les autres cellules présentent les mêmes nombres et le même ordre que sur les entre-nœuds. Les cellules transversales du fond des sillons sont quelquefois cordiformes, et toujours moins longues et moins nettement transversales que dans les deux

espèces précédentes (pl. III, fig. 16-18). C'est sur les gaînes de l'*E. sylvaticum* que l'encroûtement siliceux montre avec le plus de netteté et d'élégance toutes les dispositions précédemment décrites.

Sur les autres espèces, l'épiderme des gaînes offre vers leur base le même nombre et la même disposition de cellules que sur l'entre-nœud. Les modifications particulières que présentent les gaînes de l'*E. hyemale* après la chute de leurs lobes seront mentionnées dans la description de cette espèce.

De l'épiderme des rameaux. — Sur toutes les espèces, la gaîne basilaire des rameaux offre des cellules épidermiques peu allongées, à parois très-fortement ondulées, entièrement dépourvues de stomates (pl. III, fig. 20, 21). Sur la ligne de séparation des dents elles prennent une direction oblique ou même transversale, comme les cellules de la même région sur les grandes gaînes (pl. III, fig. 20). Au moment où les gaînes basilaires sortent de la tige en recouvrant le jeune rameau, leurs cellules sont entièrement incolores; elles prennent avec le temps une couleur brune ou noire, et sont mates ou luisantes selon les espèces.

Sur l'*E. maximum*, l'épiderme des entre-nœuds des rameaux n'a aucun rapport avec celui des entre-nœuds des tiges, et il diffère tellement de l'épiderme des gaînes qu'au premier coup-d'œil il est permis de croire qu'on examine le rameau d'une autre espèce. La surface rentrante des côtes (pl. III, fig. 22 *c* et 23 *c*) offre environ dix rangs de cellules très-longues, à parois latérales peu ondulées (pl. III, fig. 23 *c*); elles recouvrent une bande de fibres corticales. Sur les arêtes qui s'élèvent à chaque bord de cette surface (pl. III, fig. 22 *b* et 23 *b*) et la séparent des sillons, sont étendues des cellules épidermiques articulées en crémaillère, comme celles de la ligne médiane des dents des gaînes (voy. p. 27, 28 et pl. III, fig. 19); leurs aspérités rendent les rameaux « rudes de haut en bas » (Grenier). Enfin, toute la surface du sillon (pl. III, fig. 22 *a* et 23 *a*) est occupée par douze à quinze rangs de cellules à stomates. Sur ces cellules, les ornements circulaires de la croûte siliceuse sont très-nombreux et très-variés.

L'*E. arvense* offre moins de différence entre l'épiderme de ses rameaux et celui de ses tiges stériles. Sur la ligne médiane des côtes on voit deux ou trois rangs de cellules qui se dilatent à leurs extrémités articulaires de manière à former une série d'aspérités saillantes alternant avec des dépressions. La jonction de deux cellules est au milieu d'une élévation (pl. III, fig. 24). Viennent ensuite douze à quatorze rangs de cellules peu longues à parois très-ondulées, recouvrant des cellules à chlorophylle, puis deux ou trois rangs de cellules à stomates, et enfin au fond du sillon trois ou quatre rangs de cellules longues sans stomates.

L'*E. pratense* n'a sur les côtes que deux ou trois rangs de cellules longues, puis ces côtes sont bordées de courtes cellules à papilles, et après cinq ou six rangs de cellules longues viennent trois à cinq rangs de stomates; puis tout le fond du sillon est

occupé par six ou huit rangs de cellules longues, sur lesquelles les ornements circulaires siliceux sont répartis en immense quantité.

L'*E. sylvaticum* offre encore moins de différence. Le faisceau fibreux du dos de la côte est recouvert de sept ou huit rangs de cellules longues, et sur l'angle de séparation des côtes et des sillons s'étend une ligne de cellules à papilles en forme de poils; puis viennent trois ou quatre rangs de cellules courtes avec une ligne de stomates, et sur le fond du sillon s'étendent cinq ou six rangs de cellules longues recouvrant le faisceau fibreux cortical (pl. III, fig. 25).

On voit ainsi que, sur cette dernière espèce, les cellules épidermiques des rameaux représentent celles des entre-nœuds des tiges, sans autre différence que le nombre des rangs. Il en est de même sur les espèces des deux autres groupes; seulement les cellules des côtes des rameaux des *E. littorale*, *limosum* et *palustre* présentent quelques légères aspérités analogues à celles qui ont été signalées sur les rameaux de l'*E. arvense*.

De l'épiderme des épis. — Les cellules épidermiques du dernier entre-nœud, depuis la gaîne supérieure jusqu'à l'anneau, ainsi que celles qui plus haut recouvrent l'axe de l'épi et les pédicelles des sporanges, ressemblent à celles des tiges vernales spicifères de l'*E. arvense* (pl. III, fig. 2); elles sont, comme elles, extrêmement délicates, à parois minces et très-finement ondulées, un peu courtes, sans stomates et sans encroûtement siliceux. Les espèces ne présentent que de très-légères différences qu'il serait superflu de noter.

L'épiderme des clypéoles se compose de cellules courtes, assez grandes, à parois épaisses et plus ou moins fortement ondulées, sans forme générale régulière et déterminée. Par leur direction elles semblent irradier du centre à la circonférence (pl. III, fig. 26-30). Elles contiennent d'abord une assez grande quantité de granules amylacés (l'*E. maximum* excepté), et plus tard de la chlorophylle en grains. Leur encroûtement siliceux est très-faible et ce n'est que sur le groupe des *Hyemalia* qu'il présente de petites saillies mamelonnées. J'ai trouvé quelquefois sur l'*E. limosum* la surface extérieure de ces cellules toute hérissée de papilles courtes et obtuses (pl. III, fig. 26 et 27). Il est très-fréquent de voir les parois se colorer en brun foncé presque noir; les cellules sont alors très-dures.

Toutes les espèces portent sur les clypéoles quelques stomates semblables à ceux de la tige, mais un peu plus petits et toujours largement recouverts aux bords par les angles extérieurs des cellules voisines. Ils y sont épars sans ordre déterminé et en nombre très-variable sur le même épi (de quatre à douze). Quelquefois ils m'ont paru manquer sur des clypéoles de l'*E. arvense*.

Des stomates. — Dans la description de l'épiderme des Equisetum, celle des stomates mérite à tous égards une mention particulière.

Ces organes occupent une position invariable et rigoureusement déterminée. Sur les tiges, ainsi que sur les gaînes et sur les rameaux, ils sont constamment situés dans les sillons qui alternent avec les côtes et jamais sur le dos des côtes.

Si la position des stomates dans les sillons est commune à toutes nos espèces, leur répartition sur ces mêmes sillons présente de notables différences selon les groupes, et des différences moindres selon les espèces. Ainsi, dans tout le groupe des *Hyemalia*, les stomates sont régulièrement disposés sur deux lignes parallèles, une ligne de chaque côté du sillon au point où commence l'élévation des côtes (pl. V, fig. 4). Ils sont, de plus, assez régulièrement espacés sur cette ligne, où ils ne sont séparés que par une seule cellule très-courte (pl. V, fig. 3, 4). A la vue simple, ou avec un faible grossissement, ils simulent sur la plante fraîche deux lignes blanchâtres très-facilement reconnaissables.

Les espèces du troisième groupe ont leurs stomates disséminés sans ordre, mais en rangs très-nombreux sur toute la largeur des sillons (pl. III, fig. 10). Toutefois la partie submergée de leur tige en est dépourvue. Ce n'est que vers la surface de l'eau que ces organes se montrent d'abord peu nombreux sur les côtés des sillons, puis leur nombre augmente à mesure qu'on s'élève, et sur la région tout à fait aérienne ils occupent toute la largeur des sillons.

Les espèces du second groupe n'ont point de stomates au fond des sillons; elles en ont seulement de chaque côté un petit nombre disposés sans beaucoup de régularité sur l'*E. sylvaticum* et sur l'*E. pratense* en un rang (rarement deux) (pl. III, fig. 7), et sur les tiges stériles de l'*E. arvense* en deux ou trois rangs (pl. III, fig. 4).

L'*E. maximum* n'a de stomates que sur ses gaînes; ils y sont peu nombreux et presque de moitié plus grands que sur les autres espèces (pl. IV, fig. 1, 2). Les entre-nœuds de ses tiges stériles et ceux de ses rameaux forment une exception complète; ainsi, les premiers sont entièrement dépourvus de stomates, et, par une sorte de compensation, les sillons des seconds en sont entièrement couverts (pl. III, fig. 23), comme cela a lieu dans le troisième groupe. Rappelons que les tiges spicifères vernales des *E. maximum* et *arvense* ne portent des stomates que sur leurs gaînes et que leurs entre-nœuds en sont absolument dépourvus.

Ces dispositions des stomates sont si parfaitement constantes qu'elles ont pu servir pour l'établissement de groupes très-naturels. Mais c'est surtout par leur structure spéciale que les stomates des Equisetum méritent notre attention.

Dans cette famille, ces organes se composent de deux paires de cellules, superposées de telle sorte que la paire extérieure (pl. IV, fig. 5 et 6 *a*), qui est la plus large, se courbe sur la paire intérieure (pl. IV, fig. 5 et 6 *b*), la recouvre et l'emboîte. La paroi intérieure des deux cellules extérieures est marquée à sa surface interne, c'est-

à-dire du côté de la cavité, de stries rayonnantes, ou plutôt pourvue d'épaississements qui, en divergeant, s'étendent de la fente longitudinale, ou ostiole, vers la périphérie (pl. IV, fig. 5 *c*). Cette double particularité se trouve sur toutes les espèces et jusqu'ici paraît n'appartenir qu'aux stomates de cette famille[1].

Il importe de rendre compte des diverses apparences que présente successivement un stomate d'Equisetum placé sur le porte-objet. A mesure qu'on élève au foyer l'épiderme d'une espèce des trois premiers groupes, on voit d'abord l'ostiole long et très-étroit, bordé de petites saillies mamelonnées appartenant à l'encroûtement siliceux, et au-dessus de la surface du stomate de semblables saillies disposées le plus souvent en lignes concentriques ou presque parallèles aux bords de l'ostiole (pl. IV, fig. 7). Si on rapproche davantage le porte-objet, l'encroûtement siliceux disparaît, mais sa transparence laisse voir au-dessous de lui le commencement des stries rayonnantes dans le voisinage de l'ostiole, et les contours des deux cellules supérieures; ces contours paraissent mal définis et mal limités parce qu'ils ne sont pas sur le même plan que les bords de l'ostiole. Un nouveau rapprochement laisse voir le prolongement extrême des mêmes stries simples ou bifides, et les contours des cellules de la seconde paire, qui reproduisent en petit dans leur ensemble les contours de la paire extérieure, avec cette différence qu'entre ces cellules l'ostiole est plus court et beaucoup plus large. On reconnaît en même temps que les cellules extérieures sont à leur pourtour et surtout vers leurs pointes recouvertes par un avancement de l'angle supérieur des cellules épidermiques contiguës (pl. IV, fig. 1-4, 7, 8 etc.); la paroi qui forme cet avancement est ordinairement marquée de fortes ondulations en forme de dents. Sur les *E. littorale* et *palustre* la paire extérieure ne s'enfonce que très-peu sous le bord des cellules voisines; mais, dans le très-jeune âge de toutes les espèces et en particulier à l'épiderme des clypéoles, les cellules stomatiques continuent assez longtemps à être presque entièrement recouvertes par les cellules épidermiques extérieures, lesquelles ne s'écartent que successivement, ainsi que nous le verrons plus loin en traitant du mode d'évolution des stomates.

Mais si l'on examine un stomate du groupe des *Hyemalia*, la première apparence est grandement modifiée. On remarque tout d'abord que la surface des stomates, au lieu d'être à peu près de niveau avec celle des cellules épidermiques, est située au fond d'une dépression cratériforme que l'on dirait formée par l'écartement des cellules épidermiques avoisinant les stomates (pl. V, fig. 1-3, 5). Cette cavité, déjà mentionnée par M. C. Sanio, a reçu de cet auteur le nom de *cavité respiratoire extérieure* (o. c., p. 410), par opposition sans doute à celui de *cavité respiratoire intérieure*

[1] M. C. Sanio (p. 389, note) indique chez les Protéacées une disposition qui se rapproche de la double paire de cellules; et M. H. Schacht (*Pflanzenzelle*, p. 232, et pl. X, fig. 11 *e*) indique et figure les stomates du *Dasylirium acrotrichum* Zuccar. comme ayant deux paires de cellules superposées.

(o. c., p. 397) qu'il donne aux petits espaces qui, dans les Equisetum comme dans les autres plantes, se trouvent au-dessous des stomates, entre eux et les cellules à chlorophylle (pl. IV, fig. 2, 4, 8, 11 etc.). On voit d'autre part que la croûte siliceuse, au lieu de suivre la surface et les contours de cette cavité et de s'étendre jusqu'à l'ostiole en s'appliquant sur la face du stomate, s'avance en voûte au delà du bord supérieur et inférieur de la cavité, comme si elle allait s'étendre au-dessus d'elle et la fermer (pl. V, fig. 2, 5), mais elle laisse en son centre une lacune irrégulière à bords déchirés, toujours plus large que haute et transversale sur l'ostiole (pl. V, fig. 1, 3, 4). En mettant le stomate lui-même au foyer, on constate quelques légères différences de forme avec les précédents; les stries sont moins irradiantes et presque perpendiculaires à la fente longitudinale; de plus, elles ne paraissent pas s'étendre sans interruption de l'ostiole à la périphérie, et le plus souvent on les voit comme interrompues vers le milieu de leur longueur (pl. V, fig. 1).

Sous d'autres aspects, des coupes transversales permettent de constater les mêmes faits. Elles montrent très-clairement que la paire extérieure de cellules stomatiques est disposée en calotte sphérique, qu'elle dépasse les cellules intérieures en les recouvrant et les emboîtant à la façon d'un verre de montre; que les stries irradiantes sont dues à des épaississements existant du côté de la cavité sur la paroi intérieure de ces mêmes cellules; tandis que les cellules de la paire intérieure sont plus écartées à leur ostiole, ont des parois minces, d'une épaisseur à peu près uniforme et à surface tout unie (pl. IV, fig. 2, 4, 6, 8, 9, 11, 13, 14, 15, et pl. V, fig. 2, 5, 6, 9). Les mêmes coupes laissent voir que, dans les trois premiers groupes, les stomates sont à peu près de niveau avec les cellules épidermiques contiguës, sous l'angle extérieur desquelles ils s'enfoncent un peu seulement à leur pourtour sphérique (pl. IV, fig. 2, 4, 6, 8, 9, 11, 13, 14, 15), mais que, dans le groupe des *Hyemalia*, les stomates sont dans un enfoncement et bien au-dessous du niveau des cellules épidermiques (pl. V, fig. 2, 2 *bis*, 5). Et si ces coupes ne sont pas faites exactement sur le milieu du stomate et sur la lacune de l'encroûtement siliceux, elles montrent que cet encroûtement s'avance en forme de pont vers les extrémités de la cavité et semble la couvrir et la fermer (pl. V, fig. 2, 5). En coupant longitudinalement les stomates, ou plutôt en séparant leurs cellules selon la ligne de l'ostiole, on voit avec facilité les cellules inférieures abritées sous les supérieures; chez certaines espèces, l'*E. palustre* par exemple, on reconnaît que les petites saillies siliceuses du pourtour de l'ostiole pénètrent dans l'ostiole même, et, sous forme de saillies bacillaires, en tapissent les côtés jusque vers la cavité des cellules supérieures (pl. IV, fig. 19).

Sur les sujets jeunes, le contenu des cellules extérieures est hyalin et se colore en jaune par l'iode; celui de la paire intérieure renferme des granules dont la nature amylacée est indiquée par leur coloration en bleu sous l'action de l'iode. Sur de vieilles

tiges mutilées de l'*E. hyemale* et *ramosissimum* j'ai souvent trouvé dans les deux paires de cellules de nombreux granules de chlorophylle. J'en ai même trouvé dans les cellules épidermiques qui s'élèvent plus haut que les stomates et constituent les bords de la « cavité de respiration extérieure ». Comme nous l'avons vu, les stomates sont toujours situés sur les bandes de cellules à chlorophylle, et il n'y a de cellules à chlorophylle que là où il y a des stomates. Toutefois il est à remarquer que, sur les espèces du troisième groupe, aux entre-nœuds submergés où manquent les stomates, les cellules de l'épiderme contiennent exceptionnellement de la chlorophylle. Cette matière y devient plus rare à mesure que les stomates apparaissent, et elle ne se montre plus dans l'épiderme aux entre-nœuds régulièrement pourvus de stomates.

A part la différence profonde qui existe entre les stomates du groupe des *Hyemalia* et ceux des autres groupes, les stomates des diverses espèces vus de l'extérieur ont un grand nombre de traits communs. Leurs coupes transversales offrent des différences dans l'inclinaison et la courbure des cellules extérieures, dans la largeur de la cavité de ces cellules, dans les contours de cette cavité plus ou moins accidentés par des saillies longitudinales ou renflements des parois vers l'intérieur. J'ai dessiné ces différences; elles sont, dans chaque espèce, assez constantes sur les sujets de même âge; mais, comme tous les accidents de l'épiderme, elles se modifient notablement avec l'âge et l'épaississement des parois des cellules (pl. V, fig. 5 à 9); elles ne sont donc, au double point de vue organique et spécifique, que d'une importance secondaire.

Les tiges des Equisetum sont merveilleusement propres à démontrer la perméabilité des canaux aérifères et leur connexion immédiate avec les stomates. Si l'on prend une tige fraîche, bien intacte et non mouillée de l'*E. limosum*, de l'*E. hyemale* ou de tout autre, et si, après avoir plongé la partie supérieure sous l'eau, on souffle fortement par l'autre extrémité, on verra de petites bulles d'air sortir des parties de la surface munies de stomates. L'expérience est un peu plus pénible, mais plus belle encore, avec les tiges stériles de l'*E. maximum*, parce qu'on ne voit sortir des bulles d'air que de la surface des gaînes et des rameaux où il existe des stomates. Le phénomène n'a plus lieu lorsque ces plantes restent dans l'eau pendant quelque temps avant d'être mises en expérience. Il paraît que l'humidité détermine la turgescence des cellules stomatiques et des cellules épidermiques et par suite l'occlusion de l'ostiole. C'est à M. le professeur Unger que l'on doit la première idée de ces expériences si belles et si faciles. Les détails en sont consignés et figurés dans la troisième partie de son *Mémoire sur la physiologie des plantes*, *Beiträge zur Physiologie der Pflanzen*, in Sitzungsberichte d. kaiserl. Akad. d. Wissensch.; XXV, 2e cahier, p. 441-470; 1857. Voyez aussi *Bull. Soc. bot. France*, VI, p. 157 et 158.

Historique. — Vaucher a été le premier à reconnaître et à signaler l'importance de

l'examen des stomates qu'il nomme « glandes corticales[1] ». Il a appelé l'attention sur « leur position dans les enfoncements des stries (les sillons), sur leur nombre, sur « leur disposition éparse ou régulière, sur leur forme et leurs contours » (*Mon. Prél.*, p. 344, 1822); et enfin il a figuré le mode de répartition des stomates de toutes les espèces observées et décrites par lui, sans donner toutefois une analyse des stomates eux-mêmes.

G. W. Bischoff, dans son important travail *Die kryptogamischen Gewächse*, donnait, dès 1828, d'excellents détails sur l'épiderme des rhizomes des Equisetum (p. 33 et 34), sur celui des tiges et sur les stomates. Il mentionna, comme Vaucher, et figura très-exactement les divers modes de répartition des stomates dans les sillons (p. 35, fig. 19, 23, 24, 26); il signala la forme toute particulière des stomates de l'*E. hyemale* (p. 35, fig. 23 *a*), des deux sortes de cellules de l'épiderme, et enfin l'absence des stomates « sur les tiges qui ont une autre couleur que la verte, comme l'*E. Telmateia* (fig. 25); tandis que les branches toujours vertes de la même plante en sont, comme les autres espèces, richement pourvues » (fig. 26, p. 36).

En 1833, dans une Thèse inaugurale soutenue à Breslau *De plantarum epidermide observationes*, M. H. Krocker fils, exposa que les cellules épidermiques des Equisetum s'éloignent par leur forme de celles des autres cryptogames vasculaires, « in- « fimoque plantarum Monocotyledonearum, ordini Graminearum accedunt » (p. 3); et plus loin il appelle de nouveau l'attention sur les stomates de l'*E. arvense*, et attribue les stries rayonnantes à la paroi supérieure des cellules, « cellularum paries superior « rugas præbet, radiorum instar versus rimam concurrentes » (p. 11 et pl. I, fig. 5, vue extérieure d'un stomate de l'*E. arvense*, assez bonne; fig. 6, coupe transversale du même, très-mauvaise).

La même année, M. Unger rappelle la « disposition des stomates sur des lignes déterminées dans les sillons de la tige des Equisetum »; et il mentionnne « les stries qui s'étendent en rayonnant et souvent en se ramifiant du bord intérieur vers l'extérieur, et qui, vues de côté, se montrent comme des aspérités de la membrane cellulaire » (*Die Exantheme der Pflanzen* etc., p. 48; 1833). Cet auteur, ainsi que M. H. Krocker, ne paraît pas avoir soupçonné l'existence de deux paires de cellules superposées.

Struve soutint à Berlin, en 1835, une thèse de chimie, *De silicia in plantis nonnullis*, dans laquelle il établit que la croûte siliceuse qui recouvre l'épiderme des

[1] Malpighi (1675, *Anat. plant.*, Édit. de Leyde, p. 52, fig. 106, 107 male) et N. Grew (1682, *Anat. of plants*, p. 153, t. 48) figurèrent grossièrement des stomates, en les mentionnant sous le nom de « hiatus quidam ». J. E. Guettard, qui fut, je crois, le premier à leur donner un nom, les appela « glandes miliaires » (*Mém. de l'Acad. de Paris*, 1745, p. 377, t. 6). Mirbel leur donnait encore ce nom en 1815 (*Élém. de physiol. végét.*, 1815, I, p. 36); De Candolle les appelait « pores corticaux » (*Fl. fr.*, I, p. 67). La dénomination de Vaucher réunit celles de Guettard et de De Candolle.

Equisetum est constituée par de l'acide silicique pur, non par un silicate. L'auteur signale et figure les aspérités des côtes de l'*E. hyemale;* il expose avec raison que, sur cette espèce, les stomates, qu'il appelle *verrucæ*, sont rangés en deux lignes dans les sillons longitudinaux; mais, après les travaux de Vaucher, de Bischoff, de M. Unger, il a tout à fait tort d'ajouter que « sur l'*E. limosum* ils sont répandus sur *toutes* les parties de la tige, sur les inférieures plus que sur les supérieures» (p. 14-22 et spécialement p. 19). Les figures qu'il donne des stomates sont très-défectueuses.

F. Meyen, dans son *Neues System der Pflanzen-Physiologie* (vol. II, p. 537 et 538; 1838), fit porter aussi ses recherches sur la croûte siliceuse et la considéra comme un dépôt homogène pénétrant la cuticule, se moulant sur toutes les inégalités de l'épiderme, et les reproduisant, tout en pouvant prendre avec l'âge certains renflements particuliers dont l'*E. hyemale* offre des exemples. Cet auteur constata aussi la présence du dépôt siliceux sur la membrane des cellules stomatiques. Ses fig. 15-17 de la pl. V, représentant les cellules des stomates, sont de médiocre valeur.

En 1843, M. Al. Braun, appliquant, pour ordonner les espèces, les observations de Vaucher et de Bischoff sur la répartition des stomates, établit les groupes SPEIROPORA, à stomates « épars » (Vaucher), et STICHOPORA, à stomates « arrangés dans un ordre régulier » (Vaucher); (*Silliman's amer. Journ. of Scienc. and Arts*, n^os d'octobre et de décembre).

M. W. Hofmeister mentionna brièvement la double couche de cellules épidermiques, ajoutant que c'est « une cellule de la seconde couche qui dans les rejetons aériens devient la cellule-mère de deux cellules de stomates : die aüssersten wandeln sich « zur Epidermis um ; je die zweite Zelle der Oberhaut überirdischer Sprossen wird zur « Mutterzelle zweier Spaltöffnungszellen » (*Vergl. Unters.*, p. 92). Dans cette expression du savant micrographe je n'ai pas su reconnaître s'il avait constaté l'existence dans les stomates de deux paires de cellules superposées.

Comme nous l'avons vu plus haut, p. 34, M. Unger constata par des expériences sur l'*E. limosum* la connexion des stomates avec les canaux aérifères.

Enfin dans son très-savant travail daté du 14 août 1858, et publié dans le 29e tome du *Linnæa*, en 1859, M. le docteur Carl Sanio, abordant spécialement l'étude de l'épiderme et des stomates des Equisetum, par ses excellentes descriptions, par le soin consciencieux qu'il met à indiquer le détail de ses préparations, par ses belles figures, a répandu la plus vive lumière sur la connaissance de ces organes. L'auteur n'a point fait mention de l'épiderme des rhizomes, et ses recherches n'ont porté que sur l'épiderme des tiges stériles des six espèces suivantes : *E. limosum*, *palustre*, *arvense*, *pratense*, *sylvaticum* et *hyemale*. Il en a donné des descriptions com-

plètes et a signalé les erreurs de détail commises par ses devanciers. Ce beau mémoire m'a rendu les plus grands services et je me plais à consigner ici l'expression de ma gratitude.

§ 2. *Des tissus du rhizome*

Il a déjà été dit, p. 1 et 12, que les entre-nœuds aériens et souterrains de nos espèces se décomposent naturellement en deux cylindres concentriques, un interne et un externe ou cortical. Sur les tiges aériennes et sur les rhizomes de plusieurs espèces (*E. maximum*, *sylvaticum*, *pratense*, *arvense*, *palustre*), ces cylindres se séparent avec une extrême facilité, soit par torsion, soit par rupture des entre-nœuds, et une coupe transversale de ces espèces montre que la circonférence du cylindre interne est occupée par un rang de cellules plus petites que les plus intérieures du cylindre cortical avec lesquelles elles sont en contact. Ce rang de cellules est toujours reconnaissable à ce qu'il constitue, sur une coupe transversale, une sorte de guirlande circulaire dont les ondulations reproduisent symétriquement en petit le contour extérieur de la section (pl. V, fig. 10, 13 etc.; pl. VI, fig. 1, 2 etc.; pl. VII, fig. 11 *c*). Sur les tiges des autres espèces, ainsi que sur la plupart de leurs rhizomes, l'adhérence entre les deux cylindres est plus considérable; les tissus du cylindre interne pénètrent dans les tissus de l'autre par de profondes ondulations, et son contour est moins nettement dessiné par un rang de petites cellules. Mais si on pratique des coupes transversales dans le voisinage immédiat du diaphragme des nœuds, comme sur cette région tous les tissus du cylindre interne sont plus développés et plus apparents, on y reconnaît avec facilité que les deux cylindres sont distincts et même séparables.

Au premier coup-d'œil, le cylindre cortical d'un rhizome paraît sur une section transversale entièrement composé d'un tissu cellulaire uniforme, dans lequel sont creusées les grandes lacunes; ce tissu, incolore ou blanchâtre, ne prend la couleur roux brun que vers la circonférence. L'épiderme, qui en est la couche extérieure, a dû, à cause des importantes particularités de son organisation, être d'abord décrit à part. Immédiatement au-dessous de lui, tous les rhizomes présentent des couches compactes de cellules très-longues (six à dix fois plus longues que larges), à parois épaisses formées de plusieurs membranes superposées, très-résistantes et fortement colorées en roux brun (pl. VII, fig. 1). Le nombre de ces couches, la longueur de leurs cellules, l'intensité de leur coloration et l'épaisseur de leurs parois varient avec les espèces, mais, sur toutes, ces différences dans la couleur et l'épaisseur des parois et dans la longueur des cellules diminuent en s'éloignant de la périphérie, et, à l'entour des grandes lacunes il n'existe plus que du tissu lâche et incolore, de grosses

cellules encore assez longues, à parois simples et très-minces. Malgré leur longueur, les cellules colorées sous-jacentes à l'épiderme et leurs voisines ne se terminent jamais en pointe; leurs extrémités sont, comme celles des autres, coupées transversalement et un peu arrondies; d'où il résulte qu'à leur point de superposition elles offrent l'aspect d'un tube articulé et légèrement étranglé à ses articulations. Malgré cela elles sont très-résistantes et adhèrent fortement entre elles par leurs parois longitudinales. Sur ces parois on observe de nombreux petits canaux transversaux, très-étroits et à peine un peu évasés à leur ouverture sur la face interne de la paroi. A chacun de ces canaux pariétaux correspond exactement un canal semblable de la cellule contiguë; mais il arrive rarement que ces deux canaux correspondants soient en communication directe. Chacun d'eux est ordinairement fermé par la membrane extérieure ou primitive, laquelle est très-mince et occupe le milieu de la cloison commune formée par deux parois contiguës (pl. VII, fig. 1 *a*). Ces mêmes cellules sont presque dénuées de granules amylacées, mais le nombre de ces granules va en augmentant vers le centre de la tige, et les autres cellules en sont tellement remplies que les cloisons sont impossibles à distinguer sur le porte-objet, si on n'a pas la précaution de les presser et de les laver plusieurs fois.

C'est dans ce tissu lâche du cylindre externe que se trouvent les grandes lacunes; elles ne manquent jamais sur les rhizomes, même sur ceux de l'*E. limosum*, dont les tiges en sont souvent privées (pl. V, fig. 10 à 20). Ici, comme sur les tiges, ces lacunes, ainsi que les autres et la cavité centrale, n'ont point de parois propres. Bien que les formes et les dimensions relatives des unes et des autres soient assez constantes sur une même espèce, elles n'apparaissent toutes que comme des intervalles, des *lacunes*, dans le tissu ambiant, et souvent l'on voit des lambeaux de ce tissu, irrégulièrement déchirés, pendre à l'intérieur des tubes qu'elles constituent.

La composition du cylindre interne est un peu moins simple : à l'examen d'une coupe transversale on est tout d'abord frappé par la distinction de deux tissus. L'un constitue la masse générale; il est lâche et formé de cellules larges toutes pleines de granules amylacés; l'autre, régulièrement réparti en faisceaux dans la masse du premier, est d'une texture plus serrée et en même temps plus transparent, parce qu'il est presque entièrement dépourvu de granules amylacés.

Un examen plus attentif du premier tissu fait voir qu'il est à l'extérieur circonscrit par une ligne circulaire et ondulée de petites cellules mentionnées ci-dessus, lesquelles sont plus ou moins distinctes; que les autres cellules, toujours chargées de fécule, augmentent de diamètre en se rapprochant du centre, et l'atteignent même quelquefois sans y laisser de cavité (*E. maximum* etc.); et que, quand la cavité centrale existe, à ses parois toujours mal limitées sont suspendus des lambeaux de ce tissu déchiré. Du reste rien de particulier à faire remarquer dans son organisation, si

ce n'est que ses cellules sont toujours assez allongées, comme dans tout le système cellulaire d'un Equisetum adulte.

Les faisceaux du second tissu sont rigoureusement situés sur des rayons qui partiraient de la carène ou ligne médiane des côtes. C'est au point le plus interne de ces faisceaux que se trouvent les petites lacunes, dites lacunes *carénales* par suite de leur position, ou lacunes *essentielles* parce qu'elles ne manquent jamais. Ces faisceaux sont assez nettement limités, et des sections transversales nous les montrent constamment comme de gros cordons qui, selon les espèces, sont ou subcylindriques, ou comprimés dans le sens du rayon, ou déprimés transversalement, et, dans tous les cas, échancrés du côté interne par la lacune essentielle (pl. V, fig. 20 *e*, *f*).

Leur tissu est principalement constitué par des fibres étroites, à parois peu épaisses, mais néanmoins très-résistantes. Ces fibres sont si longues qu'elles semblent quelquefois ne pas s'articuler sur toute la longueur de l'entre-nœud; leurs extrémités, au point d'articulation, sont relativement peu obliques (pl. VII, fig. 2); dans ce tissu fibreux se trouvent aussi des vaisseaux proprement dits, déjà reconnaissables sur une coupe transversale à leurs parois plus épaisses et à leur ouverture circulaire. Ils se séparent très-facilement des fibres et se présentent presque indifféremment sous la forme de tubes très-longs, très-effilés aux extrémités, à parois incomplétement échancrées, ou tout à fait divisées en anneaux, ou enfin roulées en spirale (pl. VII, fig. 3 et 10). Ces divers états se succèdent à de très-petits intervalles et offrent toutes les transitions possibles entre la simple échancrure, les anneaux isolés et la spirale. Quelques-uns de ces vaisseaux se trouvent, sans grande régularité, au pourtour des lacunes essentielles (pl. VII, fig. 4 et 9), le plus souvent contre la paroi la plus éloignée du centre de la tige; mais il n'y en a guère qu'un ou deux et ils ne s'étendent pas dans toute la longueur de l'entre-nœud. Sur plusieurs points ils manquent, et sur d'autres ils ne sont représentés que par des anneaux isolés et souvent même couchés à plat sur la paroi, comme des restes d'un faisceau vasculaire plus considérable en partie résorbé. Ils manquent sur les rhizomes très-vieux. Les autres vaisseaux sont au contraire disposés avec une régularité parfaite, et dans chaque faisceau fibreux ils constituent, au nombre de trois à cinq, deux petits cordons vasculaires, plats, situés en avant des lacunes essentielles, un peu de côté et assez exactement sur une ligne menée du centre de ces lacunes vers le milieu des sillons ou des faces extérieures les plus voisines (pl. V, fig. 10-20). Ces vaisseaux sont moins gros que les précédents. On trouve encore quelquefois de très-petits vaisseaux, spiralés et parfaitement déroulables, le long des parois des lacunes essentielles; ils sont d'une extrême ténuité et leur diamètre atteint à peine le quart de celui des autres (pl. VII, fig. 5).

Sur les plus gros de ces vaisseaux, c'est-à-dire sur ceux qui sont épars au pourtour des lacunes essentielles, on distingue avec facilité que les fils de leurs anneaux

ou de leurs portions de spire sont creux, ainsi que M. Trécul l'indique sur certaines plantes (*Form. sec. cell.*, p. 317 et suiv.). Le plus souvent ces fils sont plats sur leur circonférence extérieure, et très-convexes ou presque semi-cylindriques à leur circonférence intérieure, de telle sorte que leur coupe donne assez exactement un D (pl. VII, fig. 9 et 17). Quelquefois aussi ils sont convexes des deux côtés. Les fils des vaisseaux de moyenne grosseur permettent également de constater une cavité semblable, mais elle est bien moins apparente, parce que ces fils sont presque plats (pl. VII, fig. 10). Dans les rhizomes pleinement développés, ni les anneaux, ni les parties spiraires de ces deux sortes de vaisseaux ne sont plus reliés par une membrane tubulaire, mais sur les rhizomes très-jeunes et en voie de formation, comme sur les tiges, on constate très-facilement l'existence de ce tube, ainsi que nous le verrons au chap. III.

Ces faisceaux du cylindre interne, offrant des fibres et des vaisseaux, doivent être appelés faisceaux *fibro-vasculaires;* et c'est par ce nom que je les désignerai.

Bischoff a été le premier, je crois, à signaler l'existence des deux cylindres si distincts et si séparables sur certaines espèces (*Krypt. Gew.*, p. 33) et plus intimement unis sur d'autres (o. c., p. 37); il a aussi très-bien distingué les divers tissus du cylindre interne et leur position respective; il a enfin décrit et figuré avec une grande exactitude les diversités de forme que présentent les vaisseaux; mais il s'est tout à fait trompé sur la répartition des vaisseaux, quand il a dit: « Les endroits plus transparents (des faisceaux fibro-vasculaires), ainsi que les lacunes intérieures, sont entourés d'une guirlande de vaisseaux; et à leur bord extérieur s'étend une autre guirlande de vaisseaux qui forme un polygone parallèle à la circonférence de la section transversale, et qui sépare la section en deux couches dont l'intérieure représente, pour ainsi dire, le noyau de l'entre-nœud » (*Krypt. Gew.*, p. 33, et aussi p. 34 et 37). C'est là une double erreur. Il n'y a point de cercle ou de guirlande de vaisseaux à la surface du cylindre interne; il ne s'y trouve que les petites cellules sus-mentionnées, qui, sur une coupe transversale, auront sans doute fait illusion à cet observateur si exact. D'autre part, les faisceaux fibro-vasculaires et les lacunes essentielles ne sont pas non plus entourés d'une guirlande de vaisseaux; et, comme il a été dit, les vaisseaux ne se rencontrent qu'isolés autour de la lacune et en petits cordons symétriquement distribués dans l'intérieur des faisceaux fibro-vasculaires. M. Ad. Brongniart (*Hist. vég., foss.* I, p. 101 et pl. XI, fig. 8, 9) a bien décrit et figuré les vaisseaux du pourtour des lacunes; il n'a pas mentionné les autres, et il ajoute même: « Les vaisseaux placés sur les parois de ces lacunes sont les seuls qu'on observe dans ces « plantes. »

Les tubercules qui naissent aux articulations du rhizome ne se prêtent pas à la distinction des deux cylindres. Au-dessous de leur épiderme, précédemment décrit,

se trouvent des cellules à parois épaisses et colorées, formant une enveloppe très-dure, puis le reste se compose d'une masse compacte de tissu cellulaire, dans lequel sont répartis huit à dix faisceaux fibro-vasculaires, que leur couleur moins blanche et leur disposition en cercle font facilement reconnaître à l'œil nu sur une coupe transversale (pl. I, fig. 3). Ces faisceaux sont fort petits, et ne se composent que d'un petit nombre de fibres courtes contenant parfois des granules amylacés, et de quelques vaisseaux spiro-annulaires assez semblables à ceux du rhizome (pl. I, fig. 13). Vers la base du tubercule ces faisceaux sont fort rapprochés, souvent même contigus, puis ils se séparent en divergeant fortement, pour se réunir de nouveau vers l'autre extrémité. On n'observe dans les tubercules ni lacunes, ni cavité centrale régulière. Toutefois les cellules du centre se détruisent assez facilement, particulièrement sur l'*E. maximum*; il en résulte une cavité plus ou moins prononcée avec l'âge, mais toujours mal terminée et irrégulière. Les faisceaux fibro-vasculaires et les cellules qui les avoisinent persistent beaucoup plus longtemps sous forme de saillies latérales simulant des rudiments de cloisons. La masse du tissu cellulaire se compose uniformément de cellules assez grosses, beaucoup plus courtes que dans toute autre partie du rhizome ou de la tige, et contenant une grande quantité de granules amylacés et quelques traces de sucre[1]. Ces granules, tout à fait semblables à ceux dont est chargé le tissu cellulaire du rhizome, sont généralement de forme ovoïde et de grosseur fort variable ($0^{mm},015$ à $0^{mm},030$); mais les plus gros sont encore fort petits, comparativement aux grains de fécule des pommes de terre, et ceux de l'*E. sylvaticum* sont les seuls qui s'en rapprochent un peu. Ils m'ont généralement paru tout unis; ceux de l'*E. sylvaticum* m'ont offert quelques petites ondulations, et sur ceux de l'*E. hyemale* j'ai pu distinguer quelques stries concentriques à un point presque central. Éclairés au microscope avec de la lumière polarisée, ils présentent une croix très-nettement dessinée (pl. I, fig. 9 à 12). Rappelons ici que ces granules manquent presque absolument dans les rhizomes, comme dans les tubercules de l'*E. maximum*. Ceux qui s'y trouvent, et dans le jeune âge seulement, sont en très-petit nombre, irrégulièrement mamelonnés et déformés à tel point qu'il n'y en a pas deux de même dimension ou de même forme (pl. I, fig. 12). A la lumière polarisée ils ne m'ont présenté aucun effet appréciable. Il y a donc sur cette espèce absence, ou formation très-incomplète des granules amylacés.

Une racine bien développée, mais encore jeune, se montre recouverte à son extrémité d'une petite coiffe cellulaire, qui se soulève et s'exfolie irrégulièrement à une petite distance de la pointe (pl. II, fig. 21 *b*, *c*, *c'*); quelques-unes de ces cellules

[1] M. W. Hofmeister dit au contraire : « Le tissu cellulaire des tubercules (de l'*E. arvense*) contient un peu de fécule et beaucoup de sucre, non cristallisable à ce qu'il m'a semblé..... Das Zellgewebe der Knolle enthält etwas Stärkemeh] « und vielen Zucker (wie mir schien, nicht krystallisirbaren) » (*Vergl. Unters.*, p. 94).

se détachent même vers la pointe et sont retenues dans une matière mucilagineuse, de consistance visqueuse. Ce mucilage et cette coiffe constituent l'extrémité absolue de la racine, souvent appelée *spongiole* et plus récemment *piléorhize* par M. Trécul (*Orig. rac.*, p. 310). Au-dessous de la piléorhize, ou, pour mieux dire, à l'extérieur de la racine, existent deux ou trois couches de cellules prismatiques hexagonales, longues et colorées; l'externe fait fonction d'épiderme, c'est d'elle que naissent les fibrilles du tomentum. Sous ces longues cellules une couche de cellules courtes, d'aspect médullaire et souvent remplies de granules amylacés, entoure un faisceau central fibro-vasculaire. Les vaisseaux sont annulaires et inégaux en grosseur; le plus gros est au centre, et autour de lui sont répartis trois groupes de deux ou trois vaisseaux plus petits (pl. II, fig. 20 et 26). Quand les racines sont très-vieilles, il arrive d'abord que les grosses cellules de la couche moyenne se disloquent et disparaissent, ce qui constitue un vide cylindrique autour du faisceau fibro-vasculaire; bientôt la destruction atteint les couches extérieures, et ainsi la racine ne se compose plus que du faisceau central fibro-vasculaire.

Il y aurait encore à décrire les tissus des gaînes et ceux des diaphragmes des nœuds; mais, comme l'analyse de ces parties ne présente rien de bien particulier sur les rhizomes, je n'en parlerai qu'une fois dans la description des tiges.

§ 3. *Des tissus de la tige*

La structure de la tige est tout à fait digne d'attention, d'abord parce qu'elle diffère notablement de celle du rhizome, ensuite et surtout en ce que les variations qui, selon les espèces, s'offrent dans la répartition symétrique des organes élémentaires, sont très-considérables et peut-être même plus considérables que dans toute autre famille de plantes, les Fougères exceptées (voy. J. Duv. J., *Pétiol. Foug.*). Or, comme ces diverses répartitions sont parfaitement constantes sur une même espèce, et très-faciles à distinguer, elles fournissent des caractères spécifiques d'une très-haute valeur.

Dans les entre-nœuds de la tige, avons-nous déjà dit p. 12 et 13, on retrouve avec plus ou moins de netteté et de facilité les deux cylindres mentionnés sur le rhizome.

Le cylindre cortical du rhizome ne nous a présenté, au-dessous de l'épiderme, que des cellules longues, à parois épaisses et colorées, passant par degrés aux cellules à parois minces et incolores entourant les grandes lacunes. Or le coup-d'œil le plus superficiel jeté sur la section transversale d'une tige de couleur verte, nous y fait reconnaître, en allant de l'extérieur à l'intérieur:

1° Des groupes de fibres à parois très-épaisses et à cavité très-petite;

2° Des groupes de cellules remplies de chlorophylle;

3° Du tissu cellulaire lâche et incolore (pl. VI, fig. 5, 9, 12-15, 17-20).

Les tiges vertes, stériles ou non, nous offrent donc, au-dessous de l'épiderme, le long des côtes saillantes et quelquefois au fond des sillons, des faisceaux d'un tissu particulier et qu'on ne rencontre que sur ces points. Il consiste en cellules extrêmement longues et étroites, à parois très-épaisses, longuement atténuées en pointe à leurs extrémités (pl. VII, fig. 6 et pl. III, fig. 10 *bis*). Ces cellules adhèrent fortement entre elles et contre l'épiderme; et les faisceaux qu'elles constituent sont si résistants que, quand on rompt un entre-nœud, ils pendent en cordons blanchâtres au-dessous du point de rupture. En plaçant un de ces cordons sous la loupe à dissection, on le sépare alors assez bien de l'épiderme auquel il adhère. Une coupe transversale montre que ces longues cellules ont des parois formées de plusieurs membranes superposées, qu'elles sont prismatiques et à contour plus ou moins hexagonal, que leur cavité longitudinale est extrêmement réduite, assez régulière dans le voisinage immédiat de l'épiderme, et de plus en plus large et irrégulière en allant vers le centre; enfin qu'elles communiquent par des canaux pariétaux aboutissant sur la ligne médiane de leurs faces (pl. VII, fig. 7, 8). L'examen d'une coupe longitudinale de ces faisceaux fait voir en outre que quelques-unes de ces cellules sont parcourues dans leur longueur par d'épaisses stries spiralées d'un aspect plus transparent que le reste (pl. VII, fig. 8); de place en place on distingue des canaux pariétaux, qui se montrent comme des points ou comme des lignes plus transparentes, selon la position. Si la plante est jeune, on trouve souvent dans la cavité de ces cellules, et plus particulièrement vers leurs extrémités, de nombreux granules très-petits, un peu teintés de vert (pl. VII, fig. 6). Tous ces caractères sont ceux des tissus fibreux, et si particulièrement ceux du liber que plusieurs auteurs compétents n'ont pas hésité à en donner le nom à ces faisceaux (Bischoff, *Krypt. Gew.*, p. 37; J. Milde, *Gef. Crypt. Schl.*, p. 414, 472, 473 etc.). Au même lieu Bischoff les désigne aussi sous les noms de *faisceaux fibreux*, de *faisceaux vasculaires séreux*, « Faser- oder Saftröhren-Bündel; Faserbündel » (o. c., p. 36 et 37). M. C. Sanio les dit seulement *semblables au liber*, « bastähnliche Zellen » (*Epid. u. Spalt*, p. 390) et aussi « bast-« artige Zellen » (o. c., p. 404, 405 etc.). Mais M. Schacht dit très-expressément: « Les véritables cellules du liber manquent aux cryptogames... Den kryptogamen Ge-« wächsen fehlen die eigentlichen Bastzellen » (*Pflanzenzelle*, p. 209); et « quant aux cryptogames les plus élevés, je n'y connais aucune espèce de cellules que maintenant je puisse avec quelque droit appeler cellules de liber. Für die höheren *Kryp-« togamen* kenne ich *keine* Zellenart, welche ich nur mit einigem Recht als Bastzelle « ansprechen dürfte » (o. c., p. 221).

Il ne m'est pas permis de méconnaître les analogies de forme qui justifient la déno-

mination de liber, j'y ajouterai même une analogie de position en rappelant que dans les dicotylédonées annuelles à tige anguleuse (Labiées et Rubiacées), le tissu fibreux de l'écorce se comporte comme dans les Equisetum et se réunit vers les angles en épais faisceaux (voy. A. Kirchhoff, *Lab. org.*, p. 8-13). Mais, comme l'identité de nom entraîne l'idée de la parfaite identité de nature et de fonction, et qu'il s'agit de cryptogames, où la présence du liber est contestée, je préfère, malgré ma conviction, écarter un nom qui préjuge la question, me borner à indiquer les analogies et m'en tenir aux dénominations plus générales de *faisceaux fibreux* ou de *fibres corticales* pour désigner ce tissu et ses éléments. Elles suffisent d'ailleurs pour le distinguer des faisceaux fibro-vasculaires précédemment décrits.

La position générale de ces faisceaux est parfaitement invariable dans tout le genre; ils sont toujours, je le répète, sous-jacents à l'épiderme et situés soit seulement sous la saillie des côtes (*E. limosum*, pl. VI, fig. 14), soit en même temps au fond des sillons (*E. arvense*, *ramosissimum* etc., pl. VI, fig. 9, 17 etc.). Leurs contours et les détails de leur répartition sont tout aussi invariables sur les individus d'une même espèce, mais ils varient notablement d'une espèce à l'autre; ces différences seront décrites et figurées plus loin comme caractères diagnostiques. Ces faisceaux manquent complétement sur les tiges spicifères non conformes des *E. maximum* et *arvense* (pl. VI, fig. 1 et 8).

Autour ou de chaque côté de ces faisceaux fibreux, et toujours vers l'intérieur, sont groupées des cellules toutes remplies de chlorophylle et qui s'étendent en cordons verts tout le long de chaque entre-nœud; aux extrémités, et surtout à l'extrémité inférieure, elles sont moins chargées de chlorophylle qu'au milieu. Comme les fibres corticales, ces cellules sont disposées avec une symétrie parfaite, et, bien qu'ayant toujours la même position générale, elles présentent sur chaque espèce un mode de distribution particulier et très-constant (pl. VI, fig. 5, 9, 12, 14, 15, 21). Elles sont en général séparées de l'épiderme par les fibres corticales, mais toutefois il y a constamment certains points où elles paraissent en contact avec l'épiderme, et ces points correspondent constamment à la position des stomates. Là où les stomates sont répartis sur toute la largeur du sillon, les bandes vertes sont, sur toute cette largeur, sous-jacentes et contiguës à l'épiderme (*E. limosum*); là où il n'y a qu'une ligne de stomates de chaque côté des côtes (*E. sylvaticum*, *hyemale* etc.), les groupes de cellules vertes ne viennent toucher l'épiderme que le long de cette ligne. Telle est enfin la relation entre la matière verte et les stomates que là où manquent ceux-ci, celle-là manque absolument dans les cellules[1]. Ainsi les sto-

[1] En 1828, Bischoff signalait « l'absence des stomates sur les tiges qui ont une autre couleur que la verte » (*Krypt. Gew.*, p. 36). Ach. Richard dit plus explicitement encore : « Dans tous les points de la tige qui offrent une coloration

mates manquent sur les entre-nœuds des tiges spicifères de l'*E. arvense* et de toutes les tiges de l'*E. maximum*, et ces entre-nœuds n'ont pas de chlorophylle, tandis que les gaînes des mêmes tiges de ces deux espèces, et les rameaux de la dernière, sont pourvus de stomates et en même temps de chlorophylle (pl. VI, fig. 4 et 11). Or, comme toutes les parties de ces tiges sont également exposées à l'action de la lumière et que cependant celles de ces parties qui sont munies de stomates sont les seules à élaborer la matière verte, il faut bien en conclure que la production de la chlorophylle n'est pas due seulement à l'action de la lumière, mais aussi à une cause particulière dont les stomates permettent l'action[1]. Rappelons cependant que sur les entre-nœuds submergés de l'*E. limosum*, et dépourvus de stomates, les cellules de l'épiderme renferment quelques granules verts qu'on ne trouve plus dans ces mêmes cellules aux entre-nœuds où il existe des stomates et de vraies cellules à chlorophylle.

Au-dessous des stomates, entre eux et les cellules à chlorophylle, existent de petits méats aériens, qui quelquefois même sont assez considérables sur les jeunes tiges de l'*E. hyemale* (voy. ci-dessus p. 33; pl. IV, fig. 2, 4, 6, 8, 9, 13, 14, 17, et pl. V, fig. 2, 5).

Comme il a été dit précédemment, le système cellulaire des Equisetum bien développés présente des cellules très-allongées et dont le grand axe est vertical; les cellules à chlorophylle font exception: elles sont ovoïdes et le grand axe en est horizontal (pl. VI, fig. 16 et 21).

Le reste du cylindre cortical se compose de tissu cellulaire lâche, incolore, dont les cellules, à parois minces, augmentent de diamètre à mesure qu'elles s'éloignent de la circonférence. Les lacunes qu'il circonscrit ont toujours une forme et une grandeur relative constantes, surtout si on les observe vers le milieu de la tige. Sur l'*E. limosum* ces lacunes s'oblitèrent souvent, parce que, les stomates étant répandus sur toute la largeur du sillon, les couches de cellules à chlorophylle ne sont point interrompues sur la ligne médiane du sillon, et pour peu qu'elles se développent sur le cylindre cortical, qui est très-peu épais, elles occupent la place de ces lacunes.

Les tissus du cylindre intérieur des tiges, plus distincts encore que ceux du rhizome, sont absolument de même nature; la disposition générale est la même, je ne m'y arrêterai donc point. Après la diminution ou la disparution des granules amylacés, la seule différence générale qu'on puisse signaler consiste en ce que la couche de tissu cellulaire la plus intérieure et dans laquelle est creusée la cavité centrale est moins épaisse sur les tiges que sur les rhizomes. Quelquefois même sur ces derniers

« verte, on aperçoit des stomates disposés par lignes longitudinales » (*Élém. bot. et phys.*, p. 611). Si la seconde partie de cette observation n'est pas d'une rigoureuse exactitude, la première est parfaitement vraie.

[1] M. Sachs a exposé dans le *Chemische Centralblatt*, 1859, n° 10, p. 145, que, pour que la leucophylle se transforme en chlorophylle, il suffit qu'elle se rencontre avec de l'oxygène actif ou ozone en quantité suffisante.

elle demeure si développée qu'il n'y a plus de cavité centrale (*E. maximum*, *arvense* etc.), tandis que sur les tiges cette cavité ne manque jamais et atteint même des proportions très-considérables et assez constantes pour fournir des caractères spécifiques. Il en sera fait mention à la description des espèces, ainsi que des différences de détail que l'on remarque dans les dimensions et la position relatives des faisceaux fibro-vasculaires, et dans celles de leurs petits cordons de vaisseaux.

Les tiges spicifères non conformes se distinguent tout d'abord des autres par leur précocité, leur couleur et leur prompte caducité. Leurs tissus sont aussi moins résistants, moins fermes et toujours chargés d'une grande quantité d'eau. En outre, leur composition présente quelques différences qui ont déjà été signalées dans tout ce qui précède et que je me bornerai à résumer ici :

1° Côtes à peine saillantes;

2° Point de fibres corticales; elles sont remplacées par des cellules un peu plus étroites que les autres et tenant le milieu entre les grandes cellules et les fibres corticales;

3° Absence de stomates sur l'épiderme des entre-nœuds;

4° Absence de chlorophylle aux entre-nœuds (pl. VI, fig. 1, 8, et. pl. VII, fig. 11).

Ces dernières différences ne sont tout à fait exactes que pour les tiges non conformes caduques (*E. maximum* et *arvense*); car sur les tiges spicifères persistantes de l'*E. sylvaticum* et *pratense* on trouve déjà les stomates qui leur permettront d'élaborer la matière verte à leurs entre-nœuds; et les faisceaux fibreux s'y montrent presque en même temps que la chlorophylle.

Le cylindre interne ne présente aucune différence de composition; seulement la couche intérieure des cellules est plus considérable. Il m'est donc impossible de comprendre ce qui a pu porter M. L. Reichenbach à dire que les *tiges* de l'*E. maximum* et les *hampes* (scapus) de l'*E. arvense* sont dépourvues de vaisseaux « vasis spiralibus « carentes » (*Flor. excurs.*, p. 154); quand ces organes y sont développés plus peut-être qu'ailleurs.

Voici, également en résumé, les différences qui existent entre les entre-nœuds des rhizomes et ceux des tiges :

1° Angles moins nombreux;

2° Faces planes remplaçant les sillons;

3° Absence de faisceaux fibreux corticaux;

4° Cellules chargées de granules amylacés;

5° Absence de stomates et de chlorophylle;

6° Couche cellulaire intérieure du cylindre interne plus épaisse, et, sur quelques espèces, sans cavité centrale.

Mais quelles que soient les différences entre le rhizome et les deux sortes de tiges,

elles s'effacent graduellement à mesure que la partie souterraine se rapproche de la surface du sol. La cavité centrale apparaît et grandit; les granules amylacés deviennent de moins en moins nombreux, puis disparaissent; les cellules sous-jacentes à l'épiderme s'allongent plus encore, perdent leur couleur brune et se groupent vers les côtes ou au fond des sillons; enfin l'apparition successive des stomates et de la chlorophylle vient compléter le changement.

Les divers tissus des deux cylindres des entre-nœuds sont tous représentés dans les gaînes, mais ils y sont plus intimement unis et non séparables. Ils y occupent la même position relative. Ainsi, la carène des divisions offre sous l'épiderme un large faisceau de fibres corticales (pl. VI, fig. 4, 7, 11), qui se prolonge jusqu'au delà du milieu des lobes. Le même tissu se montre quelquefois aussi en très-petite quantité au fond des sillons, mais toujours séparé en deux cordons par la ligne commissurale (pl. VI, fig. 11). Comme ce tissu, en se desséchant, diminue moins de volume que le tissu cellulaire ambiant, il constitue de chaque côté des sillons commissuraux de petites saillies longitudinales qui ont été appelées *carènes latérales*, et on a appelé *sillon latéral* la petite dépression qui sépare ces carènes de la *carène médiane*. Et, comme sur la ligne médiane de cette dernière le faisceau fibreux se déprime quelquefois, cette dépression a été appelée «sillon carénal» (voy. ci-dessus p. 11, et Al. Braun, *Sillim. Journ.*, p. 81).

Au-dessous du faisceau carénal s'étend un dépôt de cellules à chlorophylle occupant toujours une portion relativement considérable; sa distribution varie avec les espèces et les détails s'en trouveront plus loin. Rappelons seulement que les faisceaux fibreux corticaux et la chlorophylle se trouvent sur toutes les gaînes de toutes les tiges, même des tiges dont les entre-nœuds sont privés de matière verte et de fibres corticales (*E. arvense* et *maximum*).

Enfin toute la région interne de la gaîne est occupée par une large bande de tissu cellulaire lâche et incolore, au milieu duquel se trouve un faisceau fibro-vasculaire continuant en partie celui de l'entre-nœud. Nous verrons bientôt comment il pénètre dans la gaîne. On constate quelquefois (*E. maximum*, *arvense* etc.) contre ce faisceau une petite lacune, mais le plus souvent elle est à peine visible et oblitérée (pl. VI, fig. 4, 11).

Les divers tissus qui composent la gaîne diminuent graduellement à partir de la naissance des lobes et disparaissent avant d'en atteindre l'extrémité. Les vaisseaux, par exemple, diminuent d'abord de diamètre et ne sont plus spiralés; puis, enfin, ils ne sont plus représentés que par quelques anneaux isolés et très-espacés. Au sommet et sur le bord des lobes il ne se trouve plus que des cellules minces, membraneuses, à cloisons ondulées, à direction transversale; elles appartiennent à l'épiderme et ont été décrites p. 28.

Des coupes transversales faites sur la région des nœuds permettent de voir qu'un groupe de vaisseaux se dirige vers chaque rameau, où il va se distribuer (pl. VI, fig. 22 *g*, 23, et pl. VII, fig. 11), et qu'un faisceau vasculaire se rend vers le milieu de chaque division de la gaîne (pl. VI, fig. 22 *e*, 23, et pl. VII, fig. 11). Les uns et les autres rencontrent et semblent traverser une zone blanche (pl. VI, fig. 22 *d*) de très-petites cellules à parois épaisses (pl. VII, fig. 12), et à l'intérieur de cette zone on remarque des groupes semi-circulaires, ou ovoïdes, ou en fuseau (selon les espèces) de cellules très-petites (pl. VI, fig. 22 *c*, et pl. VII, fig. 13, 14), et d'où partent évidemment les faisceaux vasculaires. Les membranes de ces cellules sont très-épaisses, ponctuées, striées, rayées, parcourues par des épaississements annulaires ou spiralés, en un mot présentant toutes les apparences possibles depuis la simple ponctuation jusqu'aux grandes ouvertures, aux anneaux, aux spirales, le tout souvent mêlé sur une seule et même cellule (pl. VII, fig. 13-17). Le grand axe de ces cellules est dirigé dans le même sens que le grand axe de chaque groupe, c'est-à-dire transversalement et presque parallèlement à la circonférence de la tige. Les stries ou plutôt les épaississements de ces cellules ont une direction générale perpendiculaire à leur grand axe (pl. VII, fig. 13, 14). Le diaphragme proprement dit est composé uniquement de trois ou quatre couches de cellules simples, plus petites que les cellules les plus intérieures des entre-nœuds (pl. VII, fig. 11).

Si l'on veut maintenant se rendre compte du rapport de ces divers tissus avec ceux dont nous avons reconnu l'existence dans les entre-nœuds, l'examen simultané et comparatif d'une série de coupes sur la région du nœud fait voir qu'en s'approchant d'un nœud les vaisseaux spiro-annulaires épars au pourtour des lacunes essentielles deviennent un peu plus forts et plus consistants (pl. VII, fig. 17), puis se courbent horizontalement pour aller rejoindre les cordons vasculaires qui se trouvent en avant et de chaque côté de ces lacunes. En se courbant ainsi, ils repoussent vers l'extérieur la partie fibreuse du faisceau fibro-vasculaire. Un peu au-dessous du diaphragme, tous ces vaisseaux réunis deviennent très-courts et en même temps plus gros et plus nombreux, et finalement par cette transformation ils constituent en avant du sommet de chaque lacune essentielle, alors oblitérée, ces deux groupes ovoïdes de cellules rayées et profondément striées dont je viens de parler (pl. VI, fig. 22 *c*, et pl. VII, fig. 13, 14). On voit également que la zone de petites cellules courtes et à parois épaisses entourant ces groupes correspond aux fibres qui sont en avant de chaque cellule essentielle. En approchant du nœud ces cordons de fibres augmentent de volume et se transforment en une ceinture de cellules petites, courtes, à parois épaisses (pl. VI, fig. 22 *d*, et pl. VII, fig. 12), tout comme les vaisseaux spiro-annulaires s'y sont graduellement transformés en groupes de cellules courtes, à parois épaisses et rayées. Les grandes cellules du cylindre interne constituent le diaphragme

en se modifiant d'une manière analogue dans leur longueur et dans l'épaisseur de leurs parois. Cette disposition générale se montre dans toutes les espèces avec une parfaite régularité. Il me semble donc que M. Nägeli n'a pas donné une idée suffisamment exacte de cette organisation en disant simplement que les faisceaux vasculaires de la tige se réunissent dans chaque nœud en un tissu embrouillé (*Zeitschr. f. Botanik*, Heft 3 u. 4, Seite 143).

Revenons aux groupes de cellules rayées, correspondant aux cordons vasculaires. Nous avons vu qu'il y en a un de chaque côté du sommet d'une lacune essentielle; or, de chacun de ces deux groupes et de son extrémité la plus rapprochée de cette lacune se détache horizontalement et vers la périphérie un faisceau vasculaire, et ces deux faisceaux se réunissent bientôt en un seul, qui passe à travers les grandes cellules séparant les lacunes corticales, et monte brusquement dans le milieu de la division de la gaîne à son point d'origine (pl. VI, fig. 22 *c*). De l'autre extrémité de ces groupes, c'est-à-dire de l'extrémité la plus éloignée des lacunes essentielles, partent aussi des faisceaux vasculaires, mais pour suivre des directions très-différentes. D'une part, les uns se réunissent deux à deux pour constituer un faisceau unique, lequel passe horizontalement, comme le précédent, mais au-dessus même des grandes lacunes corticales et se rend dans les rameaux (pl. VI, fig. 22 *g*). Il est dès lors facile de voir que le faisceau vasculaire qui entre dans un rameau se compose de deux faisceaux ayant appartenu dans l'entre-nœud chacun à un faisceau fibro-vasculaire différent. Ces faisceaux manquent ou ne sont qu'à l'état rudimentaire dans la plupart des tiges spicifères des *E. maximum* et *arvense*. D'autre part, de la même extrémité s'élève un cordon vasculaire qui se rend dans l'entre-nœud supérieur et devient le cordon latéral d'une lacune essentielle (pl. VII, fig. 11). Par suite de cette disposition il y a alternance, c'est-à-dire que le cordon issu du groupe de droite d'une lacune essentielle devient, en pénétrant dans l'entre-nœud supérieur, le cordon latéral gauche de la lacune qu'il avoisine.

La composition des nœuds du rhizome est absolument identique, et tout s'y passe de la même manière, avec cette circonstance en plus que du nouveau faisceau vasculaire destiné au rhizome latéral (qui remplace le rameau) il se détache un petit cordon vasculaire qui se rend dans la racine infraposée (pl. I, fig. 7 *h*).

Les rameaux sont composés des mêmes tissus que les tiges, toutefois il y a lieu à distinction. Dans les deux derniers groupes les tissus des rameaux offrent, sur une plus petite échelle, une disposition identique à celle des tiges, avec leurs lacunes et leur cavité centrale, et, sauf peut-être une proportion plus considérable des cellules à chlorophylle, et des côtes plus saillantes par suite de la réduction du diamètre, il n'y a rien de spécial à y remarquer et rien à ajouter à ce qui a été dit précédemment. Mais, dans les deux premiers groupes, les rameaux diffèrent notablement des tiges.

A part quelques rares exceptions, les entre-nœuds présentent quatre côtes, mais les sillons qui les séparent ont une profondeur tout exceptionnelle, et si considérable que la coupe transversale de ces entre-nœuds représente une croix (pl. VI, fig. 3, 6, 10). Sous l'épiderme déjà décrit p. 29, à la partie la plus externe de la côte s'étend un faisceau fibreux cortical, et tout le reste de la partie saillante est occupé par des cellules à chlorophylle. Au fond du sillon et de chaque côté on peut constater encore la présence de petits cordons de fibres corticales; puis viennent quelques grandes cellules incolores, répondant à celles qui entourent les lacunes corticales, lesquelles existent sur les rameaux de l'*E. maximum* (pl. VI, fig. 3), mais non sur les autres espèces (pl. VI, fig. 6, 10). La guirlande de petites cellules qui distingue et sépare les deux cylindres se montre très-apparente, et, à son intérieur, les tissus du cylindre interne et des lacunes essentielles sont disposés comme sur la tige, mais sans jamais offrir de cavité centrale. A ces traits généraux s'ajoutent sur chaque espèce des différences très-considérables, et qui, par leur invariabilité, fournissent des caractères spécifiques d'une valeur d'autant plus grande qu'une simple coupe transversale permet de les constater avec une extrême facilité.

Sur une forme décombante de l'*E. arvense* il survient vers le bas de la tige des verticilles de tiges secondaires, simulant des rameaux et d'une longueur souvent plus considérable que celle de la tige principale; la disposition des tissus y est la même que sur les tiges.

Sur toutes les espèces, la gaîne basilaire est d'apparence tout à fait membraneuse; incolore en paraissant, elle ne brunit que plus tard. Elle se compose de deux couches de cellules, dont les extérieures sont, sur les côtes, longues et à parois ondulées, et, dans les sillons, obliques et transversales. Les intérieures ont une forme analogue avec des parois tout unies (pl. III, fig. 21). Nulle trace de stomates, ni de chlorophylle, ni de vaisseaux[1]. L'organisation des autres gaînes n'est que la continuation des entre-nœuds qu'elles couronnent; elles sont toujours sur les rameaux d'un aspect moins membraneux que les gaînes des tiges.

§ 4. *De l'appareil de reproduction*

L'anneau offre les apparences d'une gaîne non développée, et son analyse ne présente qu'un tissu cellulaire où les vaisseaux ne pénètrent qu'imparfaitement.

La partie de la tige qui va de la dernière gaîne à l'épi, et qui a reçu le nom de *pédoncule*, ressemble aux entre-nœuds des tiges spicifères propres, non-seulement par l'exté-

[1] Il est impossible de ne pas être frappé de la ressemblance qui existe entre ces petites gaînes membraneuses et les membranes qui entourent la base des feuilles dans certains Conifères.

rieur, mais encore par la nature de ses tissus, et sur cette région toutes les espèces perdent les stomates, la chlorophylle et les fibres corticales. Bientôt les lacunes elles-mêmes s'oblitèrent et les sections de l'axe de l'épi n'en offrent plus de traces. La cavité centrale persiste ou disparaît selon les espèces; en tout cas, il n'y a aucune trace de diaphragme vis-à-vis des verticilles de sporanges. Entre ces verticilles les faisceaux fibro-vasculaires sont disposés en cercle interrompu, et alternent avec les pédicelles du verticille inférieur. En s'approchant d'un verticille les faisceaux fibro-vasculaires aboutissent, comme aux nœuds des articulations, à des groupes de cellules rayées et spiralées, disposés en cercle continu, et desquels il se détache vis-à-vis de chaque pédicelle un faisceau fibro-vasculaire. Ces petits faisceaux, composés de deux ou trois vaisseaux qu'entourent quelques fibres, occupent le centre du tissu cellulaire qui forme les pédicelles et vont se rendre dans les clypéoles. Là ils se ramifient et leurs divisions irradient vers les sporanges, au-dessus desquels elles expirent (pl. VII, fig. 18). La surface externe des clypéoles, ordinairement hexagonale, est occupée par une couche épidermique précédemment décrite (voir p. 30 et pl. III, fig. 26 à 30); le tissu sous-jacent est très-lâche et se compose de cellules grandes, allongées, à parois minces, renfermant quelques granules amylacés, dont le nombre diminue en s'éloignant de la surface.

A la face interne des clypéoles sont suspendus les sporanges. Ils ont la forme d'un sac membraneux, fermé, un peu courbé vers le dehors comme la dernière phalange de l'index (pl. VII, fig. 18 *b*) et se composent d'une seule couche de cellules *fibreuses*, c'est-à-dire de cellules ayant contre la surface interne de leurs parois de petites lames filiformes disposées en spirale (pl. VII, fig. 19). Ce tissu, vu au microscope, est d'une incomparable élégance; les parois des cellules sont d'une extrême ténuité, et d'une transparence si parfaite que le tissu ne semble formé que de fibres spiralées. Bischoff lui-même y a été trompé; il dit du sac des sporanges : « aucune trace de tissu cellulaire proprement dit ne s'y laisse reconnaître; il se compose entièrement de fibres en spirale, très-rapprochées, paraissant enfermées entre deux couches d'une membrane uniforme et très-délicate » (*Krypt. Gew.*, p. 39). Une goutte de solution d'iode colore en brun les parois des cellules et les rend très-facilement visibles. Le fil qui court en spirale à leur intérieur est creux dans toute sa longueur (pl. VII, fig. 20). Les spirales qu'il forme sont dextres, ou, si l'on veut, tournent dans le même sens qu'une vis ordinaire[1]; c'est aussi la direction des élatères. Les cellules sont en général disposées en groupes de quatre ou cinq, qui semblent provenir de la dernière multiplication des cellules-mères. Sur le dos du sporange, c'est-à-dire sur la ligne médiane externe et

[1] Nees v. Esenbeck (*Form. d. Nat.*, p. 43) et plusieurs autres auteurs entendent autrement le sens dextre; pour eux, ces spirales seraient sénestres.

opposée au pédicelle, ces cellules sont longues et parcourues par une spirale presque toujours double; en se rapprochant de la ligne opposée, selon laquelle se fait la déhiscence, elles deviennent plus ovales avec une spirale simple, et enfin contre cette ligne elles n'offrent plus que des anneaux au nombre de cinq à neuf. Elles ont de plus une direction régulière et constante: sur le dos du sac elles sont longitudinales et parallèles à son grand axe; puis sur les côtés elles obliquent graduellement en suivant une courbe parabolique, et contre la ligne de déhiscence elles sont presque à angle droit avec cette ligne et avec leur première direction. Cette disposition est très-favorable à la dispersion des spores. En effet, au moment de la maturité, la contraction des cellules à spirales, partant du haut de la ligne dorsale comme d'un centre, se fait en irradiant dans tous les sens, et force ainsi le sac à se tourner à l'envers en s'ouvrant et à lancer au loin son contenu. Après la dispersion des spores, les sporanges persistent sous la forme de membranes blanchâtres. Si en cet état on les examine au microscope, on ne voit qu'une masse confuse et sans organisation distincte, toutes les spirales des cellules se sont contractées et raccourcies; une goutte d'eau leur rend aussitôt leur élasticité, et elles reprennent leur disposition première.

Ordinairement sur les *E. littorale* et *trachyodon*, et accidentellement sur les autres espèces, on trouve des sporanges dont les cellules sont simples et non fibro-spiralées. Ces cellules ne sont pas tout à fait de la même grandeur que les cellules fibro-spiralées; elles sont, comme elles, et même plus visiblement, disposées par groupes de quatre, et, comme elles encore, longitudinales sur la ligne dorsale du sac, de plus en plus obliques sur les côtés, finalement transversales contre la ligne de déhiscence. Il n'est pas rare de voir, dans des sporanges de cette sorte, au-dessous de la membrane du sac, des fragments d'une autre couche de cellules qui n'ont pas été entièrement résorbées. Comme nous le verrons plus loin, les sporanges ainsi composés ont été arrêtés dans leur développement, et les spores qu'ils contiennent sont mal formées et impropres à la reproduction. Elles se distinguent à première vue des spores normales par leur moindre grosseur, par l'absence de matière verte à leur intérieur, par la privation totale ou partielle d'élatères etc.

CHAPITRE III

Formation et développement des diverses parties

§ 1er. *De la tige et des gaînes*

Une tige d'Equisetum en train de se développer offre à son extrémité supérieure une très-petite masse de tissu cellulaire (de 4 à 12 centièmes de millimètre), enduite d'un liquide visqueux, semi-ovoïde et obtuse (pl. VII, fig. 21 *a*), dépassée et enve-

loppée par les gaînes des entre-nœuds inférieurs *bb*, mais dépassant à son tour le point d'origine de la plus jeune gaîne *c*. Cette masse se termine par une cellule dont la multiplication répétée est le point de départ du développement en longueur, et, en définitive, de toutes les cellules de la plante; elle en constitue le sommet végétatif (pl. VII, fig. 21-25, 27).

L'examen extérieur, aussi bien que celui des coupes, montre avec la plus grande netteté que cette cellule terminale a la forme d'une lentille plus ou moins aplatie, quelquefois même presque sphérique, qu'elle est parfaitement symétrique et que son axe est exactement dans la continuation de celui de la tige (pl. VII, fig. 22-25, 27). Cela ne peut être que si de sa multiplication il résulte deux cellules séparées par une cloison conduite dans un plan perpendiculaire à l'axe du rejeton en évolution. Cette direction de la première division, si rare dans le règne végétal, paraît tout d'abord nécessaire dans une famille où tous les organes constituent des verticilles situés dans des plans perpendiculaires à l'axe, et ensuite l'observation la plus minutieuse et la plus souvent répétée montre qu'il en est ainsi en effet. Très-rarement la cellule terminale semble occupée et presque remplie par un très-grand nucléus ou plutôt par une grande vésicule nucléaire, plus souvent elle en offre deux exactement superposés (pl. VII, fig. 25 *a*), à l'apparition desquels succèdent deux cellules superposées, chacun des nucléus étant passé à l'état de cellule, et la membrane de leur cellule-mère ayant été résorbée. Ces deux cellules sont inégales; la supérieure est d'abord plus petite et ne se développera que longtemps après que l'autre se sera multipliée. Leur cloison de séparation est d'abord presque plane, puis ensuite relevée vers ses bords en forme de verre de montre renversé. Cette cloison et celles qui ont paru avant elle dans la masse cellulaire terminale, sont d'une extrême ténuité; et, comme la moindre coupe et la plus légère compression les déforment, je conseillerais toujours d'étudier cette organisation plutôt intacte que coupée. Sa transparence s'y prête d'ailleurs convenablement, malgré l'immense quantité de petits granules qui sont en suspension dans les jeunes cellules. En observant ces cellules terminales, il faut se tenir en garde contre une apparence qui peut et qui a dû induire en erreur. Dans le développement ultérieur de cette masse, les cellules du pourtour s'accroissent en extension et en nombre plus rapidement que celles du centre; d'où il résulte qu'elles se relèvent toutes vers la périphérie et s'abaissent du côté de l'axe (pl. VII, fig. 24). Cette disposition peut porter à croire, quand on n'en voit qu'une partie, que la première cloison de séparation a été elle-même inclinée sur l'axe.

Y a-t-il un moment où la cellule terminale déjà formée n'a qu'un grand nucléus, auquel succèdent deux autres nucléus, ou bien la présence d'un nucléus indique-t-elle seulement que les deux vésicules nucléaires de la cellule primordiale viennent de se développer en cellules et que la cellule-mère n'est pas encore entièrement résorbée?

Bien que j'incline vers cette dernière opinion, il ne m'est pas permis de me prononcer, parce que nécessairement je n'ai vu les deux apparences que sur des sujets différents et sans pouvoir constater avec certitude la succession des phénomènes.

Quoi qu'il en soit, deux cellules ayant résulté de la multiplication de la cellule terminale, celle des deux qui est infraposée montre bientôt, au milieu des granules qu'elle tient en suspension, d'abord des agglomérations, puis de grandes vésicules nucléaires plus transparentes, au nombre de deux rarement, plus fréquemment au nombre de trois et de quatre. Ces vésicules ne sont jamais superposées, mais elles sont placées dans un plan perpendiculaire à l'axe. A leur apparition succède très-rapidement la division de la cellule, soit en deux par une division diamétrale, soit plus souvent en trois ou quatre par des cloisons dont la ligne de contact est dans l'axe (pl. VII, fig. 22). Ainsi au-dessous de la cellule terminale qui s'agrandit un peu, se trouve un plan de trois, quatre ou même cinq cellules, dans chacune desquelles apparaissent deux nucléus passant à l'état de vésicules nucléaires, et, comme ces cellules sont un peu obliquement disposées et relevées vers la périphérie, ces vésicules sont elles-mêmes disposées selon une ligne oblique, l'une, l'extérieure, vers le point le plus élevé, l'autre, l'intérieure, vers la base contre l'axe commun (pl. VII, fig. 27); de là il résulte bientôt que chacune de ces cellules se multiplie en deux autres séparées par une cloison, s'élevant presque du milieu de la paroi inférieure et rejoignant la paroi supérieure en s'inclinant vers l'axe et presque parallèlement à la surface du bourgeon (pl. VII, fig. 23). Il suit de cette disposition et de la compression réciproque des nouvelles cellules que les extérieures se rapprochent de la forme d'un prisme tétragonal et que les intérieures sont des pyramides triangulaires tronquées. Ces dernières, situées du côté de l'axe, deviennent les cellules génératrices du tissu intérieur ou médullaire; des cellules situées à la périphérie proviendront les autres tissus de la tige et ceux des gaînes. A partir de ce moment le nombre des cellules extérieures s'accroît incomparablement plus vite que celui des intérieures; la lenteur de ces dernières à se multiplier accuse déjà la future impuissance de la masse cellulaire intérieure à suivre, par son développement, celui du tissu extérieur, et la nécessité pour elle de se disjoindre et de donner ainsi naissance à la cavité centrale. Ainsi ces cellules restent en retard tandis que celles de la périphérie se multiplient par une division verticale radiale et par une autre division parallèle à celle de la cellule terminale (pl. VII, fig. 24). Il résulte de cette inégalité de croissance entre les cellules extérieures et les autres que les extérieures prennent la position très-oblique ascendante vers la périphérie, que j'ai mentionnée plus haut. La régularité parfaite de leur division se reconnaît encore longtemps à la surface de cette masse, sur laquelle on distingue constamment des ceintures circulaires de cellules très-régulières et parallèlement superposées (pl. VII, fig. 25 et 27).

Quand on observe la petite masse cellulaire terminale sans l'avoir déformée par une section, et seulement après avoir enlevé les gaînes qui la recouvrent, on voit que les cellules de chaque côté présentent presque toutes deux nucléus, tandis que celles du milieu paraissent n'en avoir qu'un; cela vient de ce qu'on voit les premières selon leur longueur, au lieu que celles du milieu se présentent par le bout et qu'alors les deux nuclées se trouvent à peu près sur un même rayon visuel et se confondent (pl. VII, fig. 25 et 27). Ces grands nucléus plus transparents qui précèdent toujours la multiplication des cellules et la déterminent, sont limités et circonscrits par une membrane mince qui en fait de vraies vésicules nucléaires. En même temps que cette membrane se solidifie, celle des cellules génératrices s'amincit. Cette dernière est d'ailleurs d'une extrême ténuité et présente si peu de consistance qu'à la moindre compression entre la lame mince et le porte-objet elle se rompt et les nucléus en sortent bien entiers. J'ai pu presque à chaque observation en dessiner que j'avais ainsi obtenues et fait sortir de leur cellule génératrice (pl. VII, fig. 26).

La multiplication des cellules intérieures ou médullaires se fait par divisions horizontales, puis par divisions longitudinales. Mais par une conséquence de l'inégalité de développement entre l'extérieur et l'intérieur, les premières de ces divisions prennent bientôt une direction oblique, surtout vers les diaphragmes. L'accroissement de la tige en grosseur se produit dans les cellules de la périphérie par la répétition continuelle de divisions longitudinales alternativement irradiant de l'axe ou parallèles à la paroi extérieure. A mesure que la tige devient plus grosse, les divisions par cloisons radiales succèdent moins régulièrement aux autres, et ce n'est qu'après l'apparition de plusieurs cloisons parallèles à la paroi extérieure qu'il en survient une radiale. La division transversale est toujours la moins fréquente.

Le volume de la petite masse cellulaire terminale, ou, ce qui revient au même, le nombre de ses cellules intérieures ou extérieures varie considérablement selon les espèces, et sur une même espèce selon la force des rejetons, ou sur un même individu selon que l'on observe la formation d'un entre-nœud inférieur ou d'un entre-nœud supérieur, mais, quoi qu'il en soit, on voit constamment se produire ce qui suit.

A une certaine distance au-dessous du sommet végétatif, les cellules d'un cercle parallèle (du 5e au 8e sur les *E. arvense* et *palustre;* du 9e au 12e sur les *E. limosum* et *hyemale* etc.) prennent un développement tout exceptionnel; elles font un peu saillie, et à l'apparition de deux grands nucléus succède leur division par une cloison inclinée à l'horizon en sens inverse de leur direction générale (pl. VII, fig. 25 *b*). Des cellules qui en résultent, celles qui sont supérieures et en même temps extérieures sont le point de départ des jeunes gaînes, et les intérieures, qui sont comme la base

des gaînes, donneront par leurs multiplications ultérieures naissance aux tissus des deux cylindres de la tige. La multiplication des premières se fait ainsi qu'il suit: dans chacune d'elles (pl. VII, fig 24 *bis a*) apparaissent deux nucléus superposés presque verticalement, auxquels succède la division en deux cellules superposées. La supérieure ou terminale continue à se multiplier de la même manière; dans celle qui est au-dessous (pl. VII, fig. 24 *bis b*) apparaissent deux nucléus, non plus superposés, mais placés à côté l'un de l'autre dans le sens du rayon et presque horizontalement, auxquels succède la division en deux cellules inégales (la plus grande en dehors), séparées par une cloison un peu oblique. L'obliquité de cette cloison est telle que sa partie inférieure (même fig. *c*), au lieu de correspondre à la partie supérieure de celle qu'elle surmonte (même fig. *d*) et de la continuer, se trouve toujours en dehors d'elle. L'ensemble, vu dans une coupe de profil (pl. VII, fig. 21 et 24 *bis*), figure donc une sorte d'alternance de cloisons; alternance qui devient plus sensible encore par l'allongement ultérieur des tissus. Cette alternance des cloisons n'est pourtant qu'apparente et résulte d'un seul mode de multiplication toujours le même, savoir : de chaque cellule terminale ou plutôt marginale en deux cellules superposées, une supérieure et une inférieure, et de cette dernière en deux autres juxtaposées, une intérieure et une extérieure. Jamais je n'ai pu voir cette division s'établir « par des cloisons de séparation alternativement inclinées vers l'axe ou vers le dehors, » comme le dit M. Hofmeister (*Vergl. Unters.*, p. 90).

Cette multiplication de cellules constitue au-dessous du bourgeon final un bourrelet annulaire qui est le commencement et la première forme d'une gaîne (pl. VII, fig. 25 *b*). Immédiatement après son apparition et après les premières multiplications mentionnées ci-dessus, la gaîne augmente rapidement en épaisseur vers sa base par la multiplication répétée des cellules de cette partie au moyen de cloisons parallèles à la face extérieure, et comme dans les plus extérieures de ces nouvelles cellules la multiplication se répète dans l'autre sens, il arrive que la poussée des cellules extérieures de la gaîne prédomine et force son bord libre à se courber vers l'axe et finalement la gaîne à s'élever presque parallèlement à lui (pl. VII, fig. 21 *b*). Cette multiplication de cellules se produit seulement vers la base, et le sommet de la gaîne reste plus longtemps composé des deux couches de cellules provenant de sa seconde division.

Au moment où se dessine nettement le bourrelet d'une gaîne naissante, on voit, vis-à-vis du point d'origine de cette gaîne, les cellules de la région centrale se multiplier par division transversale, se charger de granules et dessiner ainsi très-nettement la place des futurs diaphragmes de chaque nœud.

C'est à ce même moment que j'ai constamment vu deux nucléus apparaître dans la cellule du sommet et en préparer la division (pl. VII, fig. 25 *a*). Tant que la masse cel-

lulaire terminale s'est montrée plus petite et sans les cellules rudimentaires d'une nouvelle gaîne, la cellule du sommet ne m'a offert que des granules très-nombreux et très-petits en suspension dans un liquide assez transparent; mais aussitôt que j'ai pu constater l'apparition du premier rang des cellules de la gaîne, j'ai trouvé dans la cellule terminale deux nucléus transparents, repoussant vers les parois un liquide plus trouble et plus chargé de granules. Je ne veux pas établir en principe que la cellule terminale ne se multiplie qu'à des intervalles très-éloignés, répondant exactement à l'apparition d'une gaîne à la base du bourgeon terminal, je veux dire seulement que c'est là ce que j'ai vu constamment.

Bientôt au bord libre, qui est le sommet circulaire de la gaîne, il se produit, sur quatre points opposés, une inégalité de développement, consistant en ce que, là, deux cellules se multiplient plus vite que les autres par le mode de division ci-dessus mentionné. La multiplication ne s'opère qu'un peu plus tard dans leurs voisines immédiates et plus tard encore dans les plus éloignées: De là résultent quatre pointes courtes et obtuses, qui sont les premières apparitions des lobes ou divisions de la gaîne. Le développement de ces divisions en largeur provient, comme celle de la gaîne, d'une multiplication longitudinale répétée. Peu après, sur quelques-unes des pointes élargies on voit les premières traces d'une bifurcation qui, s'avançant et se répétant rapidement, mais plus ou moins souvent selon les espèces et la vigueur du rejeton, détermine le nombre des lobes futurs (pl. VIII, fig. 1).

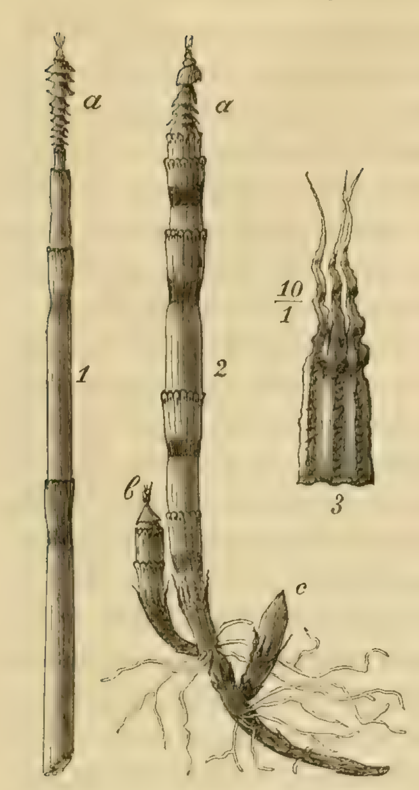
Les cercles d'origine des cellules-mères des gaînes sont très-rapprochés entre eux et à peine séparés; et, par suite, les jeunes gaînes sont étroitement superposées et appliquées les unes sur les autres. Or, comme il y a alternance et que la ligne médiane des divisions d'une gaîne s'appuie sur la ligne commissurale des divisions de la gaîne supérieure, comme en même temps cette partie médiane est de beaucoup la plus épaisse, elle exerce sur les lignes commissurales de la gaîne supérieure une compression qui s'ajoute à l'arrêt de développement dont les cellules de cette région sont frappées (pl. VIII, fig. 1). Il résulte donc de tout cela qu'elles sont tout à fait arrêtées dans leur développement tant en épaisseur qu'en largeur; que celles de la ligne commissurale, sollicitées par le développement général en grosseur, prennent de très-bonne heure une direction transversale, et que leurs voisines, entraînées par la croissance en longueur de celles du milieu des divisions, prennent successivement et par degrés la direction verticale, ainsi que je l'ai signalé et figuré précédemment (p. 27 et 28, et pl. III, fig. 11-18).

Sur la troisième ou quatrième gaîne, en partant du sommet végétatif, il se produit subitement une très-considérable extension en longueur des cellules de la pointe de chaque lobe; et, sur l'*E. maximum* en particulier, on voit ces jeunes lobes se terminer par des cellules qui ont jusqu'à dix fois la longueur de celles de la base des gaînes

(pl. VII, fig. 28). Ces longues cellules persistent même dans un âge très-avancé et font paraître les lobes de cette espèce terminés par d'assez longues soies.

Quelle que soit la longueur apparente sous le microscope des lobes ou divisions du bord des jeunes gaînes, elle est en réalité très-peu considérable pour chaque espèce, relativement à l'ensemble d'une gaîne complète, attendu que cette longueur reste ce que l'ont faite les premiers développements, et que la plus grande extension ultérieure de la gaîne en longueur se fait par la multiplication des cellules de la région inférieure. Comme, d'autre part, la multiplication des cellules vers la face extérieure l'emporte de beaucoup sur celles de la face intérieure et force la gaîne à se recourber vers l'intérieur, il s'ensuit que l'ensemble d'une gaîne complétement développée est comme une coiffe ovoïde, presque fermée et à peine entr'ouverte à sa partie supérieure; qu'une gaîne enveloppe et recouvre ainsi toutes celles qui sont plus jeunes qu'elle, ou, en d'autres termes, toutes celles des entre-nœuds supérieurs, et que sa division en lobes ou dents bien prononcées n'est que l'effet du développement ultérieur et de la poussée des entre-nœuds qu'elle recouvre et enveloppe.

L'accroissement en longueur des gaînes a lieu ultérieurement par la multiplication des cellules de leur région inférieure, et les *E. maximum* et *hyemale* montrent d'une manière frappante et irrécusable que cette multiplication continue à la base longtemps après qu'elle a déjà cessé sur toute la partie supérieure. En effet, sur le premier les longues cellules terminales des très-jeunes lobes sont frappées de mort et desséchées de très-bonne heure, presque aussitôt après leur apparition, et, comme je l'ai déjà dit, ne persistent que sous forme de soies déliées. Néanmoins le reste de la gaîne décuple sa longueur depuis ce moment jusqu'à sa croissance. Sur l'*E. hyemale* ce ne sont pas seulement quelques cellules terminales qui se dessèchent et se flétrissent; toutes celles qui constituent la moitié supérieure de la jeune gaîne sont arrêtées dans leur développement, et toute cette moitié, non-seulement se dessèche, mais le plus souvent elle se détache entièrement, comme je l'ai exposé en 1860 (*Eq. hyem.*, p. 165 et suiv.). Or la partie restante, qui forme une gaîne cylindrique non lobulée à son bord, n'a guère à cette époque qu'un ou deux millimètres de long, et après quelques semaines elle en aura atteint dix, et quatorze au bout d'un an. Lorsqu'à la partie supérieure des tiges de cette espèce (et aussi des *E. trachyodon* et *variegatum*), le développement des gaînes, arrêté par les fortes gelées de l'hiver, recommence dans les premiers jours du printemps, on voit vers la base de chaque gaîne une zone plus claire qui indique les tissus de nouvelle croissance. En disséquant cette zone, on en trouve les tissus, cellules, fibres, vaisseaux, stomates, à tous les états de développement. En outre, les gaînes de l'*E. hyemale* ne peuvent point prendre leur accroissement par la multiplication des cellules supérieures qui restent, attendu qu'aussitôt après la chute des cellules de la pointe, les cellules qui forment le bord



se chargent d'une matière colorée qui augmente leur volume et constitue comme de petits mamelons charnus à l'extrémité de chaque côte (fig. 1 ci-contre); caractère déjà signalé en ces termes par Linné: «*denticulis obsoletis atris gibbis*[1].» M. Hofmeister a également établi l'accroissement de la gaîne par la multiplication des cellules des régions inférieures, en s'appuyant avec beaucoup de force sur des considérations d'un autre ordre (*Vergl. Unters.*, p. 91 et 92).

Revenons au développement de la tige. Les diverses multiplications décrites plus haut avant celles de la gaîne, ne sont que celles du bourgeon terminal. Or la masse cellulaire qui en constitue la partie centrale ne donnera, par ses multiplications ultérieures, que des cellules médullaires occupant le centre de la jeune tige avant l'apparition de la cavité centrale. Tout le tissu du cylindre intérieur et du cylindre extérieur et cortical résulte, comme je l'ai indiqué plus haut, de la multiplication de la deuxième cellule, sœur de la cellule-mère des gaînes. Les cellules qui en proviennent forment une masse intérieure à la base des jeunes gaînes, et c'est sur la multiplication en longueur et en largeur de cette masse cellulaire que repose exclusivement tout le développement ultérieur des entre-nœuds[2].

Dans le tissu provenant ainsi de la multiplication des cellules de cette région, c'est ordinairement vers le quatrième ou au plus vers le cinquième verticille ou nœud que commencent à se montrer des vaisseaux; leur apparition dans le tissu de la gaîne est en retard d'un verticille. Nous avons vu précédemment que les faisceaux fibro-vasculaires sont distribués en avant des lacunes intérieures ou essentielles, et que celles-ci sont situées dans un plan mené du centre de la tige au milieu des côtes d'un entre-nœud ou de la gaîne qui les termine. Sur les points où doivent se trouver les vaisseaux, le tissu cellulaire commence de bonne heure (déjà au-dessous de la deuxième gaîne) à montrer des cordons verticaux distincts et toujours reconnaissables par de très-grands nucléus uniques dans chaque cellule, puis, après la prompte disparition de

[1] Sur le feuillet intercalaire (p. 1517) de l'exemplaire original du *Species plantarum* conservé à Londres avec l'herbier de Linné. Voyez aussi *Mant.* II, p. 504.

[2] Il est facile d'étudier en un même jour et de bien comparer la série des développements d'une gaîne (ou plus tard celle des rameaux), attendu qu'il y a toujours sur un même bourgeon quinze ou vingt gaînes (ou sur une même tige dix ou quinze verticilles de rameaux) à tous les états de développement, et qu'on peut ainsi suivre toute la série des transformations; ce qui donne une certitude complète.

ces nucléus, par une plus grande épaisseur et par une transparence toute particulière. A cet aspect, et vers la quatrième ou la cinquième gaîne, succède en allant du milieu aux extrémités de chaque cellule, l'apparition, contre les parois, d'épaisseurs transversales très-ténues en forme d'anneau. Le nombre de ces épaisseurs ou saillies annulaires est déjà de cinq ou six que toutes les parois des cellules sont encore distinctes; mais bientôt les parois horizontales (ou des extrémités) se résorbent, et vers la place qu'elles occupaient il se forme aussi des anneaux. A ce moment un vaisseau est réellement constitué par un tube continu, à l'intérieur duquel existent des épaisseurs annulaires assez régulièrement espacées. Mais à mesure que la tige s'accroît en longueur, il apparaît de nouveaux anneaux qui semblent résulter de la formation de nouvelles saillies annulaires entre les premières ou plus fréquemment (à ce qu'il m'a semblé sur l'*E. arvense*) du dédoublement des premiers anneaux. Si le dédoublement est complet sur toute la circonférence, le vaisseau montre sur une étendue plus ou moins grande des anneaux régulièrement espacés; si le dédoublement n'est que partiel, les anneaux restent unis sur une partie de leur pourtour, et offrent là où ils se sont dédoublés des ouvertures transversales plus ou moins grandes (pl. VII, fig. 3, 4, 9). A mesure que s'avance cette multiplication, on voit diminuer l'épaisseur des parois du tube contre lesquelles apparaissent les anneaux, et finalement, mais beaucoup plus tard, il n'en reste plus aucune trace, et les vaisseaux sont alors réellement constitués par des anneaux libres et non unis par une enveloppe commune. Ce n'est qu'à cette époque que j'ai pu constater dans les anneaux un commencement de cavité tubulaire (voir p. 39 et 40); jusqu'alors ils paraissent composés d'une matière homogène. La cavité se montre d'abord lenticulaire et très-aplatie et ne devient circulaire que sur les sujets très-adultes. Elle demeure toujours aplatie lorsque les bandes annulaires sont très-larges.

A la continuité du vaisseau correspondent dans les cellules voisines des divisions longitudinales qui en multiplient le nombre et en changent complétement la forme; elles deviennent très-longues et fibreuses et perdent entièrement les granules verdâtres et mucilagineux qui les remplissaient. On voit aussi apparaître parmi les vaisseaux annulaires quelques vaisseaux spiralés beaucoup plus petits, et dont le mode de formation est analogue, avec cette seule différence que les saillies sont spiralées au lieu d'être annulaires. La transformation de certains groupes de cellules dans la région du diaphragme en cellules striées et rayées, et en petites cellules à parois épaisses (pl. VII, fig. 12, 13, 14), précède un peu ou accompagne l'apparition des vaisseaux et des fibres dans la partie supérieure de l'entre-nœud.

C'est, en effet, à la partie supérieure de chaque entre-nœud que se forment d'abord les vaisseaux, les fibres et (comme nous le verrons plus tard) les stomates. Sur toute la région de l'entre-nœud qui est hors des gaînes et même sur les neuf dixièmes de

celle qui en est entourée, les cordons vasculaires offrent des vaisseaux bien formés, parfaitement transparents, sans aucune trace de la membrane de leurs cellules génératrices. Vers la partie tout à fait inférieure du même entre-nœud on voit, autour des vaisseaux, des traces de cette membrane devenue très-mince et très-diaphane, puis on voit les vaisseaux s'obscurcir de plus en plus par la présence de la matière granuleuse gris verdâtre; en même temps on reconnaît qu'aux vaisseaux déjà bien constitués succèdent, en allant vers le bas, des cellules longues, à bouts arrondis, et qu'à l'intérieur de leur membrane des lignes très-ténues dessinent soit des anneaux espacés, soit des fragments de spirales à tours écartés, et enfin tout contre le diaphragme il n'y a plus que des cellules longues à extrémités arrondies, avec abondance de matière granuleuse, mais sans aucune trace d'anneaux ni de spirales. L'étude du développement des vaisseaux est peut-être plus facile encore sur cette région des entre-nœuds déjà assez longs que sur les entre-nœuds dans leur première jeunesse.

La démonstration que le développement en longueur des entre-nœuds a lieu presque exclusivement par la multiplication des cellules de leur base est, sans aucune observation microscopique, parfaitement évidente sur les espèces des groupes des *Hyemalia.* En effet, les tiges de ces espèces, qui n'ont acquis pendant l'été que la moitié de leur longueur normale, cessent de s'accroître pendant les froids de l'hiver, et par l'effet du froid la partie de chaque entre-nœud qui est hors de la gaîne prend une teinte verte très-foncée ou souvent rougeâtre. Le développement recommence dès les premiers jours de printemps, mais alors la partie nouvellement formée se distingue de l'ancienne par sa couleur d'un vert tendre et très-clair, et on la voit sortir des gaînes à la base de chaque entre-nœud. De plus on remarque un léger rétrécissement de diamètre au point de démarcation entre la nouvelle et l'ancienne région. Si l'on mesure la longueur de la partie colorée par le froid, on voit qu'elle s'allonge à peine, tandis que l'ensemble s'allonge considérablement par le développement de la partie inférieure. Ainsi, pour citer un exemple, des tiges d'*E. trachyodon,* mesurées par moi le 1er mars 1861, offraient vers leur milieu des entre-nœuds dont la partie foncée et ancienne avait au-dessus de la gaîne 20 millimètres de longueur. Le 25 mai suivant, les mêmes tiges avaient doublé leur longueur totale, mais la partie foncée de chaque entre-nœud ne s'était allongée que d'un millimètre, tandis que la partie nouvelle et d'un vert tendre, qui s'était formée au-dessous d'elle, s'était élevée au-dessus de la gaîne de 18 millimètres. Ce développement nouveau à la base des entre-nœuds n'est pas de la même longueur sur chaque entre-nœud d'une même tige. Presque nul aux entre-nœuds inférieurs, il suit une progression croissante jusqu'au sommet, où le plus souvent les derniers entre-nœuds sont en entier de développement récent. J'ai observé aussi ces faits sur des tiges d'*E. variegatum* que l'eau avait noircies pendant l'hiver. On peut les constater sur tous les Equisetum, et en particulier

sur l'*E. limosum*, en faisant sur une de ces jeunes tiges, dans le courant d'avril ou de mai, des marques aux points des entre-nœuds supérieurs qui correspondent soit aux sinus soit aux sommets des lobes; on voit après quelques jours que la croissance ultérieure a lieu seulement au-dessous des points marqués, lesquels se sont élevés au-dessus des gaînes[1].

A quelque moment que l'on observe le développement d'une tige, très-jeune ou très-avancée, on ne trouve jamais que les vaisseaux forment une circonférence continue dans le tissu cellulaire; ils constituent toujours des groupes *isolés* placés comme nous l'avons déjà vu[2]. Mais dans le très-jeune âge ces groupes sont composés d'un nombre de vaisseaux bien plus considérable que plus tard (pl. VIII, fig. 2). C'est dans l'intérieur de chacun de ces groupes et vers leur centre que commence à apparaître la lacune essentielle, par écartement et par résorption, à ce qu'il m'a semblé, d'abord des vaisseaux du centre de chaque groupe, puis de ceux qui se rapprochent du centre de la tige, ensuite de ceux qui sont placés vers l'extérieur, et finalement il ne subsiste de chaque côté de chaque lacune et un peu en avant que deux ou trois gros vaisseaux continus, et un assez grand nombre d'anneaux qui n'ont pas été résorbés et sont épars sans ordre et quelquefois même couchés contre le tissu cellulaire environnant. Les vaisseaux un peu plus petits qui sont placés en avant et de chaque côté des lacunes essentielles, dans le tissu fibreux, n'apparaissent que très-postérieurement à ceux que je viens de décrire.

L'apparition des cellules-mères des bourgeons latéraux est à peu près contemporaine de celle des vaisseaux. Nous en suivrons plus loin l'évolution complète.

La formation de l'épiderme des entre-nœuds et des gaînes suit de très-près l'apparition des vaisseaux; elle a lieu aussitôt que la jeune gaîne se trouve, par l'écartement de celles qui l'ont précédée et qui l'enveloppent, un peu en contact avec l'air. Les cellules de la surface extérieure se multiplient (deux fois selon M. Hofmeister, *Vergl. Unters.*, p. 92) par divisions transversales, puis deux fois par divisions longitudinales rayonnantes et enfin une fois par division longitudinale parallèle à la périphérie. Il résulte de cette dernière division une double couche de cellules longues, et tellement

[1] Comparez ce que dit M. Unger de l'accroissement des entre-nœuds : « L'extension cesse d'abord de se faire à la « base, tandis que les autres parties des entre-nœuds continuent à s'allonger » (Unger, *Accr. entren.*, p. 194, trad.). M. Fermond, ayant constaté « que chez les Polygonées, les Graminées et quelques Caryophyllées l'accroissement du « *mérithalle* a lieu plus fréquemment par le bas, » considère comme cause déterminante de ce fait « ou l'*ochrea*, ou la gaîne, ou même la base des feuilles opposées, qui enveloppe la base du mérithalle, et par là s'oppose à l'évaporation de ses liquides, entretient la mollesse de ses tissus et favorise ainsi l'élongation » (*Bull. Soc. bot.*, I, p. 309-311). Si cette opinion est applicable à la croissance par le bas des entre-nœuds des Equisetum, elle l'est moins au développement des gaînes qui a lieu aussi par la base. Il est vrai qu'il est moins considérable que celui des entre-nœuds.

[2] M. W. Hofmeister affirme le contraire. *Vergl. Unters.*, p. 93, fig. 7; et aussi Bischoff, *Krypt. Gew.*, p. 33, 34 et 37 (voy. *supra*, chap. II, p. 40).

disposées que leurs circonscriptions se correspondent à peu de chose près. L'interne a les parois latérales presque lisses; l'externe, qui est l'épiderme proprement dit, les a très-fortement ondulées, surtout vers ses angles extérieurs, et sur sa face libre on voit se former successivement des encroûtements siliceux qui y déterminent des saillies plus ou moins régulières, selon les espèces.

Au moment où les cellules de la surface vont se multiplier par une division longitudinale parallèle à la périphérie, une différence se fait remarquer dans quelques cellules situées aux points où doivent apparaître des stomates[1]. Au lieu des deux grands nucléus que les autres cellules montrent dans le sens de leur rayon, les cellules-mères des stomates n'en présentent qu'un seul (pl. VIII, fig. 6), dont la vue distincte est quelquefois rendue très-difficile par la quantité considérable de granules verdâtres accumulés dans ces mêmes cellules. Peu à peu ce nucléus s'agrandit et s'efface, et à lui et à sa cellule-mère succède une nouvelle cellule un peu ovoïde, dont la pointe, très-obtuse d'ailleurs, est dirigée vers l'intérieur. Comme cette nouvelle cellule ne suit point ses voisines dans leur développement en longueur et qu'elle demeure toujours beaucoup plus courte, il résulte de sa forme arrondie que ses voisines la recouvrent presque en entier par l'avancement de leur angle extérieur. Alors apparaissent très-rapidement aux extrémités de son diamètre horizontal deux nucléus latéraux (pl. VIII, fig. 3, 7). D'abord sphériques ou discoïdes, ils prennent à mesure qu'ils se développent un aspect réniforme, et les granules accumulés entre eux deux et qu'ils refoulent vers la ligne médiane simulent un ostiole qui n'existe pas encore (pl. VIII, fig. 4, 8). Enfin ils aboutissent à la division de la cellule-mère en deux cellules longitudinales, contiguës seulement vers l'angle extérieur et aux extrémités de leurs cloisons de séparation, et un peu séparées à l'intérieur vers le milieu de la ligne de contact, ce qui continue à simuler un ostiole. Vers le milieu de chacune d'elles se montrent deux nucléus très-inégaux situés dans un même plan horizontal, mais à des profondeurs différentes; le plus grand est contre la paroi extérieure à l'opposé de la cloison commune; le plus petit vers la cloison intérieure (pl. VIII, fig. 5). Leur développement aboutit à la division de chaque cellule en deux autres très-inégales, superposées et séparées par une cloison en quart de sphère et dont la convexité est tournée

[1] Je n'ai étudié avec suite le développement des stomates que sur les *E. arvense*, *limosum* et *ramosissimum*. On peut l'observer avec facilité sur les jeunes plantes provenant de semis ou sur de très-jeunes rejetons que l'on obtient quelques jours après avoir placé des rhizomes dans un vase rempli de terre et d'eau. Mais cette étude est plus facile encore sur de jeunes tiges des *E. limosum* et *ramosissimum* en état de développement. Si l'on prend alors tout à fait à la base d'un entre-nœud un petit lambeau d'épiderme de 1 à 2 millimètres de long, on y verra des stomates à tous les états, et on en suivra la formation successive avec autant de facilité qu'on suit le développement des vaisseaux dans les tissus de la même région. Il sera bon de comparer ce qui suit avec ce qui a été dit sur le mode de formation et d'évolution des stomates par Mirbel, *March. polym.* Mém. Inst., XIII, 1836; Mohl, *Ueb. Entw. Spalt.*, p. 544 et suiv.; Trécul, *Nuph. lut.*, p. 308 et 309, et Garreau, *Form. stom.*, p. 215 et suiv.

vers le dehors. Le stomate se trouve alors constitué par quatre cellules, dont deux extérieures superposées à deux intérieures qu'elles dépassent et qu'elles emboîtent. A ce moment les granules verts sont tellement accumulés contre la ligne médiane qu'ils s'opposent entièrement au passage des rayons lumineux et y forment une large bande opaque. Bientôt se montrent entre les deux cellules quelques points ronds et brillants, annonçant l'apparition des saillies siliceuses qui bordent les lèvres de l'ostiole, et peu à peu de semblables points, apparaissant successivement de la ligne médiane au pourtour extérieur, révèlent la formation d'aspérités analogues à la surface du stomate. A mesure que ce développement a lieu, les cellules se disjoignent et l'ostiole apparaît nettement. Les deux cellules extérieures se disjoignent peu, mais dans leur développement vers les côtés et vers le dedans elles semblent entraîner avec elles les cellules intérieures déjà non contiguës vers leur centre, et entre lesquelles l'ouverture devient du double plus large, sans que pourtant elles se séparent tout à fait à leur extrémité supérieure et inférieure. Jusqu'alors les cellules extérieures paraissent lisses à leur paroi interne, mais les stries rayonnantes apparaissent si subitement qu'il m'a toujours été impossible de suivre les détails du phénomène, dont la vue est constamment obscurcie par une énorme quantité de granules accumulés vers les lèvres de la paire extérieure de cellules. Par le développement du stomate, les cellules épidermiques voisines sont refoulées dans tous les sens, mais elles ne cessent jamais de le recouvrir par l'avancement ondulé de leur angle extérieur, ainsi que nous l'avons exposé précédemment p. 32 et 33.

Tous ces détails ne sont rigoureusement exacts qu'en ce qui concerne les stomates des trois premiers groupes; ceux des *Hyemalia* offrent quelques différences. Ainsi, avant la première division de la cellule-mère en deux cellules longitudinales (pl. VIII, fig. 7, 8), et même encore après cette division, le grand diamètre de la cellule-mère et du groupe des deux cellules qui résultent de sa division est transversal (pl. VIII, fig. 7, 8). La sécrétion de la croûte siliceuse commence déjà sur les cellules voisines, mais non sur les stomates; la sécrétion des cellules à grand diamètre transversal, qui séparent les stomates (pl. VIII, fig. 7, 8, et pl. V, fig. 2 *bis*), s'avance un peu sur ces derniers sans les recouvrir en entier et en laissant vers leur centre une lacune transversale irrégulière. Un peu plus tard, quand les cellules voisines grandissent en tout sens et déterminent l'accroissement de la tige en longueur et en diamètre, il arrive, d'une part, que cette lacune transversale ne se comble pas; d'autre part, que le stomate ne s'accroît guère qu'en longueur et ne suit pas l'extension en diamètre radial des cellules voisines, et qu'ainsi il se trouve placé en retrait par rapport à elles et au-dessous de la croûte siliceuse qui, en s'en détachant, forme vers les extrémités l'avancement décrit p. 32 et 33 et figuré pl. V, fig. 2, 2 *bis* etc.

Dans les cellules qui avoisinent la surface épidermique des tiges, il y a des granules

légèrement colorées en vert avant l'apparition des stomates, mais la chlorophylle, bien formée dans ses grandes cellules transversales, ne se montre que très-postérieurement à la formation complète des stomates. Cette double formation des stomates et de la chlorophylle a toujours lieu de très-bonne heure dans les gaînes *de toutes les espèces*, et précède de beaucoup la même formation dans les entre-nœuds. Il y a même des espèces où elle n'apparaît jamais dans cette dernière partie, par exemple sur les tiges spicifères de l'*E. arvense* et sur toutes les tiges de l'*E. maximum.*

Nous avons vu précédemment qu'il se présente dans chaque entre-nœud une cavité centrale et deux cercles concentriques de cavités plus petites, l'un intérieur de *lacunes essentielles*, et l'autre extérieur de *lacunes corticales.* La première provient de ce que les cellules médullaires ou de la partie centrale de l'entre-nœud ne peuvent point suivre les cellules du tissu environnant dans leur extension en longueur et leur multiplication en diamètre. Elles se déchirent donc et se désunissent, se crispent et disparaissent, ou pendent en petits lambeaux desséchés le long des parois de la cavité que leur disparition engendre. Cette cavité est très-régulière d'ailleurs, et d'une grandeur relative assez nettement déterminée sur les tiges principales de chaque espèce, parce qu'elle est une conséquence du rapport numérique qui existe d'une manière générale entre les cellules médullaires et celles du cylindre interne et du cylindre cortical de ces tiges. Mais toutes nos espèces, ainsi que nous l'avons vu, n'offrent pas cette cavité sur leurs rhizomes et sur leurs rameaux. Les lacunes extérieures ou corticales, creusées dans un tissu à grandes cellules analogues à celles de la moelle, doivent leur existence exactement à la même cause. Leur dimension relative est moins constante sur les tiges que celle de la cavité centrale; il y a même une de nos espèces, sur les tiges de laquelle ces lacunes, immédiatement après leur apparition, s'oblitèrent le plus souvent par l'extension en épaisseur que prennent vers le milieu des sillons les bandes continues de cellules à chlorophylle (voy. p. 45). La même cause les empêche aussi de se montrer dans les rameaux de plusieurs de nos espèces. L'existence des lacunes essentielles est due à une autre cause, à l'écartement et à la résorption des vaisseaux mentionnés p. 62. Ces lacunes ne manquent ni dans les rhizomes ni dans les rameaux d'aucune espèce de nos climats.

§ 2. *Des rameaux, des rejetons, des rhizomes et des tubercules*

Les verticilles des bourgeons à rameaux sont situés un peu en dessous du diaphragme. Ces bourgeons prennent naissance à la surface du cylindre interne, vis-à-vis d'un sillon, c'est-à-dire entre deux divisions de la gaîne et dans un plan vertical qui passerait par le milieu des grandes lacunes corticales. Mais ils se montrent bien

avant l'apparition de ces lacunes; et, quand plus tard ils s'avancent vers l'extérieur, il reste entre eux et la lacune une couche de deux ou trois rangs de cellules qu'ils repoussent en saillie rentrante au sommet et sur la ligne médiane de la lacune (pl. I, fig. 7 *g*).

L'apparition contre le cylindre interne de la masse cellulaire qui est le point de départ d'un bourgeon à rameau, m'a paru être en général contemporaine de l'évolution initiale des tiges, même sur les tiges des espèces qui, comme l'*E. hyemale*, sont à leur état normal dépourvues de rameaux; et, de plus, elle existe à l'état très-rudimentaire, sinon sur tous les verticilles, au moins sur les inférieurs des tiges spicifères de l'*E. maximum* et de l'*E. arvense*, lesquelles périssent aussitôt après la sporose. Il n'y a donc rien d'étonnant à ce que, les circonstances aidant, ces tiges donnent quelques rameaux tardifs, et la légère variation qu'elles en reçoivent dans leur forme extérieure ne me paraît pas mériter les honneurs des dénominations qu'on leur a octroyées[1].

L'apparition du rudiment d'un bourgeon a donc lieu de très-bonne heure; elle est à peu près contemporaine de celle des vaisseaux dans la jeune tige. M. Hofmeister la dit même *de beaucoup antérieure* (*Vergl. Unters.*, p. 94); je n'ai pu constater cette grande différence sur les espèces où j'ai suivi cette apparition (*E. maximum, arvense, limosum*, *pratense*, *ramosissimum*, *hyemale*). Au point désigné plus haut, sur la ligne de division de deux lobes et un peu au-dessous de leur base, dans la couche la plus externe des cellules devant constituer le cylindre interne, une cellule se distingue des autres par son contenu incolore et plus mucilagineux, et surtout par ses plus grandes dimensions, sa forme ovoïde transversale et non allongée de bas en haut (pl. VIII, fig. 9). Au lieu de suivre les autres dans leur extension longitudinale, cette cellule s'accroît en rayonnant vers l'extérieur et fait saillie en dehors d'elles. Elle ne tarde pas à se dédoubler par une cloison perpendiculaire à son axe de production. Des deux cellules qui résultent de cette division, la cellule non terminale se multiplie en deux cellules latérales au moyen d'une division médiane verticale; bientôt après, sinon simultanément, une multiplication par division horizontale double ces deux cellules, et en fait un petit verticille de quatre cellules rectangulaires à leur ligne commune de contact. Par suite d'une nouvelle division qui, presque parallèle à la surface extérieure de ce bourgeon naissant, s'opère dans chacune de ces cellules, leur nombre est doublé; les nouvelles cellules intérieures sont les cellules génératrices du tissu médullaire du rameau; les plus extérieures donneront naissance aux gaînes et aux tissus interne et cortical. Enfin il s'opère dans ces dernières d'abord une division

[1] Comme nous le verrons plus loin, on produit ces rameaux à volonté par la mutilation de la partie supérieure des tiges

longitudinale et rayonnante, puis une division transversale parallèle à la division initiale. C'est à ce degré, ou au degré précédent, que le bourgeon s'arrête et demeure à l'état expectant sous les cellules corticales des tiges spicifères des *E. maximum* et *arvense*.

Par cette disposition, qui répond entièrement au mode de formation de la tige, le bourgeon d'un futur rameau se compose donc de verticilles cellulaires superposés. Au moment que je viens de décrire, les cellules extérieures du verticille contigu au cylindre interne se multiplient au moyen d'une division divergente par rapport à l'axe de production, et la nouvelle cellule extérieure, se développant plus vite que les autres, fait saillie et dessine le bourrelet d'où proviendra la gaîne basilaire. Pendant que le sommet végétatif accomplit son développement ultérieur, en suivant la loi précédemment constatée sur la tige, ce bourrelet marche plus rapidement que lui, en suivant constamment le premier mode de multiplication que nous avons signalé dans l'évolution d'une gaîne caulinaire. Il en résulte que, comme une gaîne naissante, il se compose de deux couches concentriques de cellules. Le nombre de ces cellules se multiplie ensuite par des segmentations radiales, après quoi, sur quatre points opposés, des cellules s'avancent plus que les autres et marquent par leurs inégalités la place des quatre dents de la gaîne basilaire. Ces quatre inégalités ou futures dents sont disposées sur deux lignes horizontales et forment les coins d'un carré, de telle sorte que leurs tissus de séparation seront l'un en haut, entre le futur rameau et la tige, l'autre opposé en bas, et les deux autres latéraux (pl. VIII, fig. 11). Le développement de cette gaîne est très-rapide, beaucoup plus rapide que celui du sommet végétatif, mais il n'est pas égal sur tout son pourtour. A sa partie supérieure, comprise entre le bourgeon et la tige, il est moindre que sur ses côtés, mais il est très-prononcé à la partie inférieure qui donne même quelquefois naissance à une dent de plus. De cette inégalité de développement il résulte, d'une part, que le bourgeon prend une direction un peu oblique ascendante, et, de l'autre, que la gaîne qui l'enveloppe perd sa forme conique symétrique et devient ventrue vers l'extérieur (pl. VIII, fig. 12). Le développement ultérieur de cette gaîne demeure toujours celui de son apparition, de telle sorte que sur toute son étendue et dans son plus complet achèvement elle ne présente jamais de vaisseaux et ne se compose que de deux couches superposées de cellules allongées, presque rectangulaires. Les faces extérieures de ces cellules sont lisses, mais leurs parois de contact sont très-fortement ondulées, particulièrement à la couche externe (*E. maximum*, *arvense*, *palustre*, pl. III, fig. 21).

La gaîne basilaire s'accroît donc très-rapidement et de manière à envelopper complétement le jeune bourgeon. Aussitôt qu'elle l'a recouvert, ce qui se fait très-rapidement, on voit apparaître le bourrelet de la première gaîne; et c'est à ce degré de développement que le bourgeon demeure sur les tiges de l'*E. hyemale*, où il n'ap-

paraît de rameaux que dans des cas exceptionnels (pl. VIII, fig. 10). Lorsqu'il doit émerger, il arrive que, par l'accroissement de toute sa masse, les cellules corticales placées sous l'épiderme de la tige sont écartées; celles de l'épiderme sont d'abord poussées en avant, puis aplaties et comme écrasées, enfin elles cèdent à la pression et se séparent en une petite fente longitudinale à travers laquelle passe le bourgeon toujours entièrement recouvert de sa gaîne basilaire; ensuite elles se colorent fortement en noir de chaque côté de la fente, comme il arrive partout où l'épiderme est meurtri et frappé de mort. Par suite de la disposition oblique que nous avons constatée ci-dessus, le bourgeon et sa gaîne, dans la poussée qu'ils ont à exercer, ne sortent pas par la pointe et dans la direction horizontale qu'aura plus tard le rameau, mais, obliquement dressés, ils exercent leur poussée par leur côté extérieur et par le seul fait de leur développement en diamètre. C'est donc par le flanc que le bourgeon se présente à l'air libre, toujours étroitement enveloppé et protégé par sa gaîne basilaire[1]; ce n'est qu'après être complétement sorti qu'il s'en dégage, et alors le développement de celle-ci s'arrête. Elle persiste bien à la base du rameau, mais desséchée et plus ou moins fortement colorée en noir, conservant toujours l'inégalité de son premier développement. Elle a rempli le rôle des écailles des bourgeons des phanérogames; comme eux, elle n'est pas arrivée à l'état de feuille parfaite, et par sa coloration, comme par sa texture, elle offre les plus grandes analogies avec ces organes protecteurs. Cette analogie avait été remarquée par Vaucher, et même elle avait induit en erreur cet excellent observateur. Il avait pris les lobes de la gaîne pour de véritables écailles, sans remarquer que ces prétendues écailles forment à leur base une enveloppe continue : « Chaque rameau est entouré à sa base de quatre ou cinq petites « écailles qui ont été considérées quelquefois comme des feuilles » (*Mon. Prél.*, p. 343).

Le développement ultérieur du rameau et de ses gaînes suit la même loi que celui de la tige. Il est pourtant à remarquer que les gaînes des rameaux sont dès le principe beaucoup plus profondément fendues que celles des tiges. Le rôle protecteur de ces derniers est rempli sur les rameaux par la gaîne basilaire, et même, sur l'*E. maximum*, par la seconde gaîne, qui est très-ample et recouvre pendant très-longtemps le jeune rameau (pl. VIII, fig. 13).

Dès le milieu du printemps, ou avant cette époque, on voit sur la plupart de nos espèces se développer au-dessous des gaînes de nombreux rameaux, souvent même aussi nombreux que les lobes de ces gaînes. Les *E. arvense*, *palustre*, *limosum* portent très-souvent vers leur partie inférieure de très-gros rameaux chargés de ramuscules, et presque intermédiaires entre les rameaux et les rejetons ordinairement appelés

[1] C'est à tort que M. Hofmeister (*Vergl. Unters.*, t. XIX, fig. 18) a représenté le mamelon terminal en dehors de la gaîne basilaire. Cet état n'existe *jamais*, tant que le bourgeon n'est pas à l'air libre.

tiges. Mais les bourgeons inférieurs, destinés à la propagation ultérieure du sujet, demeurent bien plus longtemps plongés dans leur repos expectant. Ils n'entrent en développement que lorsque les tiges, sur la partie souterraine desquelles ils apparaissent, ont accompli en entier leur développement aérien. Ce n'est que vers la fin de l'été qu'ils commencent à apparaître sur l'*E. arvense;* en automne sur l'*E. limosum* où ils sont très-gros et très-beaux; au commencement du printemps sur l'*E. palustre*, et seulement vers la fin d'avril sur l'*E. hyemale*. Il ne se développe guère, de ces nœuds souterrains, qu'un seul ou qu'un très-petit nombre des bourgeons, mais en revanche ils ont dans toutes leurs parties une force et une vigueur luxuriante qui laisse bien loin le développement des faibles rameaux aériens. C'est à peu près toute la différence qui distingue leur premier développement de celui des rameaux; le développement ultérieur des tiges stériles a été précédemment décrit; ce qu'il y a de particulier dans celui des tiges spicifères sera décrit plus loin, § 4.

Les rudiments des bourgeons destinés à donner des rhizomes existent à l'état expectant sur les rhizomes, et toujours, comme ceux des rameaux, un peu en arrière du plan formé par le diaphragme d'un nœud. Du verticille qu'ils forment, il ne sort qu'un rhizome, rarement deux, et toujours sur le côté. Ainsi que la gaîne basilaire d'une tige, celle d'un rhizome est plus grande que celle d'un rameau, mais d'ailleurs identique. Les bourgeons souterrains qui doivent produire des rhizomes ne se distinguent de ceux qui donnent des tiges que par une moindre grosseur et une pointe plus effilée; leur développement ultérieur est analogue à celui des tiges. L'extrémité d'un rhizome en voie de développement se termine en pointe acérée constituée par plusieurs gaînes superposées, et dont les plus grandes et les plus âgées sont à l'extérieur. Comme il a été dit précédemment, ces gaînes s'accroissent en longueur par la multiplication des cellules de leur base, et leurs cellules terminales, meurtries, noircies et devenues impropres à tout développement ultérieur, constituent une pointe de tissus solides et durcis, qui pénètre à travers les résistances du milieu, et sous l'abri protecteur de laquelle s'opère la multiplication des cellules si délicates du sommet végétatif. Nous avons déjà vu comment la gaîne basilaire protége le rameau naissant; nous verrons bientôt par quelle autre combinaison il a été pourvu à la protection du point végétatif des racines, lesquelles sont dépourvues de gaînes, et combien est harmonieux l'ensemble des dispositions concourant à la protection des organes en état de développement.

C'est en général à la fin de mai ou au commencement de juin que se développent les nouveaux rhizomes. C'est également à la même époque que commencent à apparaître les tubercules. Aux points où devraient se montrer des rhizomes, on voit saillir une masse cellulaire d'un beau jaune, qui, au lieu d'avoir, comme le bourgeon d'un rhizome, son extrémité recouverte par la série des gaînes emboîtées les unes sur les

autres, ne présente que trois ou quatre dents courtes et repliées contre un petit mamelon cellulaire. Ces petites dents s'arrêtent de suite dans leur développement, et le mamelon qu'elles entourent plutôt qu'elles ne le recouvrent, se développe rapidement en s'appliquant très-étroitement sur elles et les forçant à s'écarter en forme de soucoupe plate et lobulée. Au sommet de ce mamelon se dessine bientôt un étranglement surmonté d'une petite masse à peu près conique, qui consiste en une couronne de trois à six dents entourant un petit mamelon cellulaire, dont le développement a lieu comme ci-dessus. Vers l'automne, la coloration en roux brun des cellules épidermiques devient très-prononcée. Les modifications des cellules sont réduites dans les tubercules à leur plus simple expression: point de lacunes, point de distinction tranchée entre les cellules médullaires et les longues fibres qui avoisinent les faisceaux vasculaires; tout est presque semblable et consiste en cellules ovoïdes, peu allongées et complétement gonflées de granules amylacés. A peine les plus voisines des groupes de vaisseaux annulaires sont-elles un peu plus allongées. Les gaînes rudimentaires sont entièrement composées de tissu cellulaire fortement coloré et très-durci; les vaisseaux n'y pénètrent point, et c'est à peine si l'on trouve quelques cellules rayées et striées vers l'étranglement qui répond au diaphragme.

§ 3. *Des racines*

J'ai signalé plus haut, p. 4, la position rigoureusement invariable des racines et des bourgeons qui y donnent naissance, après être restés quelquefois très-longtemps à l'état expectant. C'est dans les sillons, presque vis-à-vis du diaphragme, immédiatement au-dessous des bourgeons à rameaux ou à rhizomes, et sans jamais alterner avec eux, que se montrent les bourgeons à racines. Il ne s'en produit jamais ailleurs. Ils commencent à se former sous le cylindre cortical qu'ils ont à traverser, en passant, comme nous l'avons vu p. 65, au-dessus des lacunes corticales.

Pour mieux faire comprendre ce que j'ai pu saisir sur le mode de développement des racines, je dois en rappeler brièvement l'organisation.

Une racine d'Equisetum bien développée et qu'on étudie en allant du point d'origine à l'extrémité, présente ce qui suit : 1° à l'extérieur une couche de deux ou trois rangs de cellules longues, prismatiques, assez régulièrement hexagonales et d'une couleur ambrée (pl. II, fig. 20 *a*); les extérieures constituent l'épiderme, et c'est d'elles que naissent les fibrilles du tomentum; 3° au-dessous une couche simple de cellules grosses et courtes non colorées (pl. II, fig. 20 *b*); 3° enfin, au centre, un faisceau fibro-vasculaire, dans lequel sont épars quelques vaisseaux annulaires de diverses grosseurs; un plus gros est central, et autour de lui d'autres plus petits sont groupés

par deux ou par trois (pl. II, fig. 20 *c* et 21 *k*). Mais à mesure que l'on s'avance vers la pointe, on voit cette organisation se modifier. Le faisceau fibro-vasculaire s'efface peu à peu (pl. II, fig. 21 *i*); les anneaux des faisceaux deviennent plus espacés, plus indistincts; la forme des fibres radicellaires se dégrade également, et ce faisceau est ainsi remplacé par un cordon central de cellules qui, à mesure qu'elles se rapprochent de la pointe, deviennent de moins en moins grandes et de plus en plus indistinctes, par suite de la quantité de granules qu'elles contiennent. Ces granules sont très-petits, de couleur verdâtre, de forme indéterminée et constamment agités du mouvement brownien. Sur l'épiderme on remarque des modifications analogues. Très-longues, très-nombreuses et très-transparentes vers l'origine de la racine, les fibrilles radicellaires deviennent, en allant vers son extrémité, de plus en plus courtes, rares et verdâtres (pl. II, fig. 21 *h*, *g*); bientôt elles ne sont plus que rudimentaires et alors très-chargées d'une matière finement granuleuse jaune verdâtre (fig. 21 *f*); enfin de petits amas de la même matière se forment sous la paroi des cellules, en la soulevant un peu aux points où doivent apparaître des fibrilles, puis ces amas eux-mêmes diminuent et finalement disparaissent. Un peu au delà du point où cesse toute trace de fibrilles développées ou rudimentaires, on voit qu'à son extérieur l'extrémité de la racine est tout entourée d'une matière incolore, mucilagineuse, de consistance un peu visqueuse, se diluant facilement dans l'eau (pl. II, fig. 21 *a*). Dans cette matière, de la pointe de la racine à un millimètre environ en remontant, on voit des cellules plus ou moins déformées, entièrement ou à demi-détachées d'une petite coiffe qui recouvre complétement le bout de la racine (pl. II, fig 21 *b*). Cette petite coiffe est très-délicate, mal terminée à sa pointe, mal terminée à ses bords, qui se soulèvent et s'exfolient sa n régularité; elle adhère d'ailleurs intimement à la pointe de la racine, et ce n'est qu'en arrière et à un millimètre environ (pl. II, fig. 21 *c*) qu'elle se détache en s'exfoliant. Elle est composée de deux ou trois couches de cellules, ou vers la pointe d'un plus grand nombre, dont les extérieures, longues et hyalines, portent vers leur milieu un petit renflement ovale, je n'ose dire un nucléus, à granulations verdâtres, et très-élégant (pl. II, fig. 23 *a*, *b*, *c*). Cette petite coiffe (pl. II, fig. 21 *c*, *c'*), avec le mucilage qui l'enveloppe (id. *a*), constitue l'extrémité absolue de la racine, qui avait reçu le nom de *spongiole*, parce qu'on avait cru que cet ensemble terminal se gonflait à la manière d'une éponge en s'imbibant des liquides ambiants, et qu'il était ainsi le principal organe d'absorption. M. Trécul (*Orig. rac.*, p. 310) a donné à la petite coiffe le nom de *piléorhize*, qu'on doit lui conserver comme plus convenable en ce qu'il ne préjuge rien sur la fonction.

Telle est l'organisation de l'extrémité d'une racine, arrachée avec toutes les précautions nécessaires, encore jeune et dans son état de développement normal. Les vaisseaux bien formés, les fibrilles radicellaires s'effacent et s'arrêtent, avons-nous

dit, simultanément vers le même point et à une distance relativement assez considérable (trois à cinq millimètres) de l'extrémité de la racine et bien avant d'atteindre la limite d'exfoliation de la piléorhize. Mais si la racine est vieille et qu'avec l'âge le tissu lâche de la piléorhize se soit détruit, le faisceau fibro-vasculaire et les fibrilles radicellaires arrivent alors tout contre cette extrémité dénudée (pl. II, fig. 24). Cette corrélation intime démontre une fois de plus le rapport étroit que Link avait supposé entre les fonctions des vaisseaux et celles des fibrilles, organes d'absorption. On voit en même temps que l'extrémité de la racine ne devient propre à l'absorption que quand elle est dépouillée de la piléorhize, et que cette fonction ne peut s'exercer, lorsque cette région est recouverte par un tissu dont les couches extérieures sont vieillies, disloquées et enduites du mucilage visqueux qui semble résulter de leur décomposition et, en tout cas, s'oppose à tout acte d'absorption par la région qu'il recouvre. Les véritables organes d'absorption sont les fibrilles, d'autant plus nombreuses, plus courtes et plus fortes, que l'espèce croît dans un terrain moins humide; diminuant en nombre et s'allongeant aux dépens de la force sur les racines des espèces aquatiques (*E. limosum*, pl. II, fig. 25). Je n'en ai point vu sur les cellules extérieures de la piléorhize comme MM. Garreau et Brauwers l'ont vu sur la couche exfoliable du *Sinapis nigra* L. (*Acc. rad.*, p. 189). La piléorhize paraît n'être qu'un organe protecteur, suppléant, sur ces racines, les gaînes qui, sur les rhizomes, recouvrent et protégent les cellules délicates du sommet végétatif.

La dissection d'un bourgeon de racine naissant et réduit à ses premières cellules ne m'a permis de voir qu'un amas confus de cellules, dans lequel il m'a été impossible de me reconnaître. A un état plus avancé, alors que la pointe du bourgeon a déjà soulevé l'épiderme du rhizome sans l'avoir disloqué, j'ai pu distinguer nettement une piléorhize bien constituée, mais je ne l'ai point vue entourée de matière mucilagineuse, non plus que sur des racines ayant quelques millimètres de long et dont la piléorhize ne commence pas encore à s'exfolier. L'apparition de ce mucilage accompagne donc l'exfoliation des premières cellules sur des racines ayant au moins six millimètres. Il contient toujours des fragments de cellules et de très-petits granules mis en liberté par la désorganisation des cellules. Il résulte d'abord de tout cela que cette matière mucilagineuse, regardée par plusieurs auteurs comme une excrétion, paraît provenir de la décomposition des cellules extérieures de la piléorhize; que, au lieu de considérer avec Link les cellules isolées qu'elle contient comme des organes en voie de formation, il convient de les regarder comme des cellules désagrégées en voie de décomposition, et qu'enfin ce n'est point à l'extrémité absolue de la racine qu'il faut chercher le point de formation et de multiplication de ses tissus.

Mais, par cela seul que ce *point de végétation* n'est pas terminal comme à l'extrémité d'une tige, sa détermination exacte et celle du mode de multiplication devient d'une

difficulté extrême. Les cellules de cette région sont très-petites, très-serrées, à parois confuses et comme mal déterminées, toutes chargées de granules amylacés soit uniformément épars, soit plus souvent agglomérés en plusieurs amas et qui, en tout cas, interceptent le passage de la lumière. Elles renferment de grandes vésicules nucléaires, ou quelquefois des espaces sans granules, qui simulent des nucléus ; et jamais je n'ai pu parvenir à voir distinctement dans la cellule ou les cellules centrales, une disposition déterminée des vésicules nucléaires qui en commencent la multiplication. Aussi me bornerai-je à décrire et à figurer les apparences qu'offrent les coupes d'une extrémité de racine bien développée, à constater ainsi ce qui est fait, sans avoir vu comment cela s'est fait.

Les fig. 21 et 22 de la pl. II, très-fidèlement copiées au moyen de la chambre claire, nous offrent deux séries de couches cellulaires bien distinctes en ce que les courbes qu'elles forment sont en sens opposé : les unes, plus intérieures, ayant leur convexité vers les tissus du corps de la racine ; les autres, plus extérieures, vers la pointe. Ces dernières, par leur aspect hyalin, leurs plus grandes dimensions surtout en longueur, se distinguent au premier coup d'œil des couches plus intérieures ; toutefois cela n'est exactement vrai que pour les plus extérieures ; à mesure qu'elles se rapprochent de l'intérieur, leur dimension et leur transparence diminuent, elles ressemblent aux autres, et la différence dans la direction des couches permet seule de les distinguer. De plus, sur une racine en bon état de développement, l'union du tissu intérieur et de la piléorhize est si intime que celle-ci ne saurait se détacher complétement et nettement, sans enlever quelques cellules de l'extrémité sous-jacente ou sans y laisser adhérentes quelques-unes de ses plus intérieures. C'est donc incontestablement à ce point d'union intime, centre des courbes opposées, que se trouve le foyer de multiplication, le point végétatif, où prennent naissance, pour se développer en sens inverse, d'une part, les tissus permanents de la racine, d'autre part, l'enveloppe qui les protége en se renouvelant constamment.

Les cellules qui naissent vers la racine constituent son accroissement en longueur par leur multiplication ultérieure et par des modifications analogues à celles que nous avons constatées ailleurs ; elles aboutissent à constituer les tissus de l'épiderme et ceux du faisceau fibro-vasculaire.

Celles qui naissent vers l'extérieur, ou mieux vers la pointe, sont refoulées en avant et latéralement par les multiplications qui s'opèrent incessamment au centre végétatif. A mesure qu'elles s'en éloignent, elles s'accroissent en tout sens ; impropres à tirer du dehors leurs éléments nutritifs, elles absorbent les granules qui les remplissaient et deviennent plus transparentes. Celles d'entre elles qui sont latérales et appliquées contre l'épiderme (pl. II, fig. 22 *c'*) s'allongent considérablement, et d'autant plus qu'elles sont plus éloignées de l'extrémité absolue, soit par l'effet de leur propre

développement, soit parce que, encore adhérentes à la racine qui croît en longueur, elles cèdent à ce mouvement d'extension. Enfin, pendant que de nouvelles cellules se forment incessamment au centre végétatif, les plus anciennes, et dès lors les plus extérieures, s'appauvrissent, ne peuvent plus suivre la racine dans son extension, se flétrissent, s'exfolient et laissent ainsi l'épiderme fortifié, et qu'elles ont d'abord protégé, produire ses fibrilles et accomplir ses fonctions.

L'isolement par exfoliation des cellules de la piléorhize montre très-bien que la multiplication des cellules n'a pas lieu par l'extension d'une paroi simple dans les cellules-mères, paroi qui serait alors mitoyenne à deux cellules et n'en permettrait pas l'isolement; mais bien par le développement en cellules des vésicules nucléaires et par résorption des cellules-mères. Chaque cellule a ainsi sa paroi propre, et s'isole de sa voisine par simple dédoublement de la cloison commune.

Mais maintenant d'après quel mode s'opère la multiplication des cellules au centre végétatif pour donner naissance à deux développements en sens opposé? C'est ce qu'il ne m'a pas été permis de voir et j'ai constamment échoué dans mes recherches sur ce point.

Dans leurs savants travaux sur l'origine et le développement des racines, MM. Ohlert (*Linnæa*, 1837, p. 609), Unger (*Ann. sc. nat.*, 3e sér., bot., XVII, p. 128 et suiv.), Trécul (*Ann. sc. nat.*, 3e sér., bot., IV, p. 293 et suiv.; VI, p. 312 et suiv.; 4e sér., bot., I, pl. XIV, fig. 12, 13), Link (*Bibl. univ. Genève*, XI, p. 355, 1849; *Ann. sc. nat.*, 3e sér., bot., XIV, p. 10), Gasparrini, *Succ. rad.*, Naples 1856), Garreau et Brauwers (*Ann. sc. nat.*, 4e sér., bot., X, p. 181 et suiv.) ne s'en sont pas occupés. M. Hofmeister s'est expliqué à deux reprises sur la formation des extrémités radicellaires des cryptogames vasculaires. Dans la première explication, qui date de 1851, cet habile et savant phytotomiste attribue à la racine des Equisetum et des Fougères le mode de formation suivant:

« La cellule de premier degré, dont la segmentation permanente contribue le plus à l'extension de la racine, se trouve à l'intérieur du tissu, très-près au-dessous du sommet de la racine. Sa forme est celle d'une lentille (tab. XVIII, 3; XIX, 14). Au moyen de cloisons dont la convexité est alternativement dirigée vers le haut et vers le bas, elle se partage en une nouvelle cellule de premier degré, encore de la forme d'une lentille, et en une cellule de deuxième degré de la forme d'un ménisque. Dans chacune de ces dernières il se forme bientôt après leur apparition quatre cellules disposées en quadrant et résultant d'une double segmentation par parois perpendiculaires. Des cellules qui proviennent de la multiplication d'une cellule de second degré, celles qui sont dirigées vers le bas se partagent aussi dorénavant au moyen de cloisons perpendiculaires au plan de la base de la cellule-mère, ou quelquefois à la partie la plus voisine de la surface de la racine. Toutes les cellules-filles d'une de ces cellules

de second degré sont situées en un seul plan (courbé en parabole), et y forment un fuseau creux et obtus entourant les pointes des racines autant de fois qu'il a paru de cellules de second degré à leur point végétatif. La plus ancienne et la plus extérieure des couches s'étend jusqu'au point d'origine de la racine, les plus jeunes à l'intérieur s'étendent, selon leur âge, graduellement moins haut.

« Dans les cellules de second degré dirigées vers le haut, la multiplication tend à augmenter le nombre des cellules plutôt dans le sens de la longueur que dans celui de la largeur etc. » (*Vergl. Unters.*, p. 96).

Je n'ai rien pu distinguer qui fût en accord ou en contradiction avec la théorie exposée ci-dessus. Et quand le savant micrographe, négligeant de mentionner les exfoliations de la piléorhize, expose que « les cellules-filles des cellules de second degré forment un fuseau creux et obtus entourant les pointes des racines autant de fois qu'il a paru de cellules de second degré à leur point végétatif... , » il me devient impossible de concilier ce nombre croissant de couches avec la grosseur uniforme de la racine et le nombre uniforme de ses couches cellulaires extérieures. Sans doute je n'ai pas saisi la pensée de l'habile observateur, dont la figure schématique (tab. XIX, 14) est reproduite ici pl. II, fig. 27.

Voici la seconde explication (1852), dans laquelle il est fait mention de la piléorhize: « ....La première racine (de l'*Isoetes lacustris*) est semblable à toutes les racines des cryptogames vasculaires. Son développement commence avec la multiplication d'une cellule du tissu intérieur de l'embryon.... Cette cellule se divise d'une manière durable et répétée, par des cloisons transversales opposées les unes aux autres, et elle forme des cellules de second degré, alternativement placées en dessus et en dessous de la cellule primaire. Les inférieures résultent de l'apparition d'une cloison faiblement convexe vers le bas; elles ont donc en apparaissant la forme de ménisques. Leur multiplication ne se fait que suivant deux directions; toutes les cloisons de séparation qui s'y forment sont situées perpendiculairement sur la face voûtée supérieure et inférieure de la cellule, dont toute la postérité représente parfois une des couches cellulaires emboîtées les unes dans les autres en forme de bonnet, couches qui enveloppent la pointe extérieure de la racine et s'exfolient lentement du côté extérieur pendant le développement de cette racine » (tab. III, fig. 13; tab. IV, fig. 1, 2; *Kenntn. Gef. Krypt.*, I, p. 136 et 137).

Par la seule raison que M. Hofmeister donne cette explication, je la tiens pour très-probable; et, fidèle à ma résolution de ne rien figurer et de ne rien décrire sans l'avoir vu distinctement, je dois me borner à citer l'opinion d'un des plus habiles phytotomistes de notre temps.

Dans sa thèse de botanique (*Études sur le rôle des racines dans l'absorption et l'excrétion;* Strasbourg, 1861), M. le docteur Cauvet émet sur les rapports de l'épi-

derme et de la piléorhize une opinion particulière : « Quand on regarde les figures « données par les auteurs, il semble que les cellules de la piléorhize s'arrêtent à une « certaine hauteur et que l'épiderme soit produit de la même manière que les couches « internes. Un examen un peu attentif démontre qu'il n'en est pas ainsi, et que la « couche épidermique est sous la dépendance immédiate de la piléorhize » (p. 7 et 8).

En ce qui concerne les Equisetum, cette assertion me paraît au moins douteuse; mais comme, d'une part, son auteur ne donne point de figures, et que, d'autre part, il ne dit point sur quelles plantes il a observé les piléorhizes, qui présentent de grandes modifications « suivant les plantes, la température et l'humidité du milieu » (Garreau et Brauwers, *Acc. rad.*, p. 191), il est difficile de discuter son opinion et j'ai dû me borner à la mentionner.

§ 4. *Des spores*

J'ai suivi la formation et le développement des spores tout particulièrement sur les *E. arvense*, *limosum*, *palustre*, et ensuite sur les *E. maximum*, *sylvaticum* et *variegatum*. Ces espèces étaient les plus communes autour de moi et celles que je pouvais me procurer le plus facilement à tout instant, et, d'autre part, les deux premières sont les plus avantageuses à étudier attendu que ce sont deux types extrêmes, tant pour la différence des tiges spicifères que pour celle des époques où se développe l'appareil de reproduction. Ce que j'ai vu d'ailleurs sur *toutes* les autres espèces m'a permis de reconnaître avec certitude que la loi générale constatée sur ces types est la même sur les autres.

Pour faire avec quelque chance de succès des recherches sur la première apparition et sur l'évolution de l'appareil reproducteur des *E. maximum*, *sylvaticum* et *arvense*, il faut les commencer dès le mois de juillet pour les épis qui doivent répandre leurs spores au mois d'avril suivant. Aux nœuds inférieurs des rejetons robustes on trouve alors des bourgeons gros et ventrus (pl. I, fig. 1 *a*) destinés à donner des tiges spicifères [1]. En les disséquant à cette époque, on peut suivre le développement de la

[1] Je les ai vus apparaître dès le 13 juin sur l'*E. arvense*, et pl. 1, fig. 1 *a* j'ai représenté un bourgeon de tige spicifère, arraché et dessiné le 25 septembre; il ne devrait sortir de terre qu'en mars ou avril suivant. Ceux de l'*E. maximum* ne commencent qu'en juillet, et ceux de l'*E. sylvaticum* en août. En septembre l'épi est tout à fait formé dans ces gros bourgeons. Pour ne point perdre son temps à arracher des tiges qui n'auraient à la base que des bourgeons de tiges stériles, on devra choisir parmi les tiges stériles celles qui, quoique étant les plus robustes et ayant toutes les apparences de la vigueur, sont néanmoins les premières à jaunir et à se flétrir. On sera sûr de trouver à leur base, à un ou deux centimètres au-dessous de la surface du sol, de magnifiques bourgeons à épi, dans lesquels est attirée et se concentre la force de végétation, qui manque de bonne heure à ces tiges. Quant à l'*E. limosum* et à l'*E. palustre*, il suffit, pour voir l'apparition de l'épi, de prendre vers la fin de mars une tige nouvelle ayant déjà quelques centimètres de long. Ces deux espèces produisent d'ailleurs des épis tout l'été. L'*E. variegatum* en donne presque toute l'année. Les *E. ramosissimum* et *hyemale* portent de très-bonne heure des épis, qui sont en état de sporose au mois de mai.

partie inférieure et des gaînes de la tige spicifère, tel que je l'ai décrit au § 1er de ce chapitre. La gaîne la plus élevée, celle qui doit être l'anneau, offre les mêmes commencements de formation qu'une gaîne ordinaire; seulement elle s'arrête à l'état de bourrelet uniforme, court et charnu, tout composé de cellules et sans vaisseaux. Les petites saillies supérieures, qui plus tard simulent des dents avortées, ne sont que le résultat de la pression contre le verticille inférieur de l'épi.

Le groupe de cellules constituant le sommet végétatif d'un épi en fonction de développement présente la même structure et le même mode de multiplication que celui d'une tige quelconque. Au-dessous de lui, le premier état d'un verticille sporangifère naissant se montre sous la forme d'un bourrelet annulaire, beaucoup plus large, plus massif et en même temps moins élevé que celui d'une gaîne naissante. Ce bourrelet n'est point non plus uniforme et continu comme celui d'une gaîne, mais il offre un ensemble très-serré et très-compact de saillies tout à fait analogues à celles que font les bourgeons naissants. On a quelque peine à distinguer cela sur les deux verticilles les plus voisins du sommet et dès lors les plus récents, parce que les mucilages et les granules qui en remplissent les cellules, en rendent les parois peu distinctes et les font ressembler à des bourrelets annulaires tout unis. Mais déjà le quatrième verticille, en comptant du sommet végétatif, et même quelquefois le troisième sur l'*E. limosum*, montrent nettement des saillies hémisphériques, dont le nombre est sur chaque espèce dans un rapport exact avec celui des pédicelles sporangifères qu'elle présente à chaque verticille. On reconnaît ensuite avec évidence que le développement de ces bourrelets n'est point conforme à celui des gaînes (p. 56-58), mais que les bourgeons qui les constituent par leur réunion se comportent dans leur apparition et leur développement tout comme des bourgeons à rameau (p. 66, 67). Chacun de ces bourgeons commence donc par une cellule qui, après s'être développée plus que les autres, s'est multipliée en deux cellules séparées par une cloison transversale à leur axe de développement (pl. VIII, fig. 14). Des deux cellules qui résultent de cette multiplication, la plus rapprochée de l'axe principal se multiplie en un plan de deux, trois ou quatre cellules, dont la ligne commune de contact est au centre du plan et presque perpendiculaire à l'axe principal. La multiplication ultérieure a lieu comme sur les rameaux, en constituant un axe secondaire, avec centre distinct, comme un rameau (pl. VIII, fig. 15 et aussi pl. VII, fig. 22), et non un appendice latéral et plat comme un lobe de gaîne (pl. VII, fig. 21, 24 *bis*). La cellule terminale m'a paru s'arrêter très-vite dans sa multiplication; et, sur la partie de ces saillies ou bourgeons qui est contiguë à l'axe de l'épi, la multiplication s'arrête aussi bientôt, tandis que sur le pourtour de la région terminale et extérieure, la multiplication est extrême. Il suit de là que les bourgeons sont à leur base amincis en pédicelles, et à leur extrémité dilatés en bourrelets circulaires qui, par suite de leur pression réci-

proque, affectent, presque dès leur apparition, des formes hexagonales. La cellule terminale, qui a servi de point de départ et qui occupe la partie centrale de ces dilatations en bourrelet, s'est, comme nous venons de le dire, arrêtée dans son développement, et il semble que les cellules qui l'avoisinent aient subi la même influence, car on remarque toujours une légère dépression vers le centre. Bientôt au bord intérieur et vers le pourtour de ces dilatations, sur cinq ou presque toujours sur six points, apparaissent de petites protubérances obtuses, dues à ce que sur ces points une cellule se multiplie plusieurs fois, et forme ainsi les premiers rudiments des sporanges. Ils consistent en une masse presque sphérique, ayant à la surface une couche simple de cellules et quelques-unes seulement au centre. Bientôt une de ces dernières s'accroît vivement et de manière à dépasser de beaucoup toutes ses congénères. C'est d'elle que proviendra toute la masse des spores; celles qui l'entourent, après certaines transformations, constitueront le sac des sporanges (pl. VIII, fig. 16). A ce moment de l'évolution correspond l'apparition des vaisseaux au pourtour de l'axe de l'épi.

La cellule centrale se multiplie d'abord transversalement à l'axe du sporange (pl. VIII, fig. 17), ensuite chacune des cellules provenant de ce dédoublement se dédouble elle-même, et la multiplication continue ainsi par de nouveaux dédoublements. En même temps et parallèlement les cellules du sac se multiplient par des cloisons perpendiculaires à leur face extérieure, et leur nombre augmente rapidement; mais l'enveloppe extérieure qu'elles constituent est encore simple. Ensuite, au moyen d'une cloison parallèle à la face extérieure, chacune de ces cellules se dédouble et le sac offre ainsi deux couches de cellules, et enfin, par une seconde division dans le même sens, le sac se trouve composé de trois couches cellulaires. Pendant ce temps, le groupe des cellules génératrices a augmenté, et, par des multiplications répondant à chaque acte d'évolution du sac, le nombre de ces cellules dépasse 120; toutes paraissent renfermer un ou deux grands nucléus (pl. VIII, fig. 18)[1].

Il se passe alors plusieurs phénomènes qui se compliquent et sont difficiles à saisir, parce qu'il y a dans les cellules une grande quantité de granules qui troublent le liquide, et qu'en même temps le nombre et la grandeur des nucléus rend les parois moins faciles à distinguer. D'une part, dans le pédicelle s'avance l'apparition des vaisseaux spiro-annulaires, en même temps que la partie tout à fait extérieure de la dila-

[1] Un moyen aussi sûr que simple de bien distinguer à cette époque les cellules génératrices de celles de leur enveloppe, consiste à couper un épi par le milieu dans le sens de sa longueur et à le laisser macérer trois ou quatre jours dans l'eau. La masse des cellules génératrices se colore en roux et devient merveilleusement distincte. Une coupe, même faite grossièrement, permet de distinguer et de compter les cellules de chaque sorte. On arrive assez heureusement à isoler les cellules de ces jeunes tissus, en les faisant macérer quelques heures dans une eau légèrement acidulée avec l'acide azotique, ou chauffer quelques instants dans une solution potassique très-étendue.

tation s'organise en clypéole, c'est-à-dire s'épaissit, se durcit, se colore et montre les commencements des stomates; d'autre part, deux des couches du sac, l'intérieure d'abord et ensuite la moyenne, semblent se liquéfier pour être résorbées; d'autre part enfin, les cellules génératrices s'isolent les unes des autres, soit entièrement, soit par groupes de deux ou de quatre au plus, qui restent encore unies quelque temps. Les sporanges ont alors la forme qu'ils conserveront définitivement, malgré les modifications qui s'accompliront à leur intérieur (pl. VIII, fig. 19).

Dans les cellules génératrices isolées complétement (pl. VIII, fig. 20) ou encore réunies par groupes (fig. 21) on voit bientôt apparaître deux nucléus qui les occupent presque en entier (fig. 22), et auxquels succède la division de la cellule en deux autres étroitement accolées (fig. 23). Dans chacune des deux nouvelles cellules il apparaît de nouveau deux nucléus; ils se disposent vers les extrémités de chaque cellule, en chevauchant, et comme sur deux lignes qui se croiseraient pour atteindre les quatre angles d'un tétraèdre (fig. 24). Il m'est arrivé assez fréquemment de voir les quatre nucléus disposés comme il vient d'être dit, sans qu'aucune cloison indiquât que leur cellule-mère eût été au préalable dédoublée. Quoi qu'il en soit, à ces nucléus succèdent de nouvelles cloisons, par suite de quoi la cellule génératrice est multipliée en un groupe de quatre cellules, qui sont définitivement les vraies cellules-mères des spores.

A leur tour ces quatre cellules s'isolent entre elles[1]. De la cellule commune qui les contenait on ne voit plus d'autre trace qu'une sorte d'atmosphère mucilagineuse et granuleuse que quelques-unes de ces cellules entraînent autour d'elles et qui disparaît bientôt. Très-souvent, et particulièrement sur l'*E. limosum*, immédiatement après l'isolement de ces cellules, on voit suspendus dans ces mucilages des corps sphériques transparents et ressemblant entièrement à des nucléus qui, au lieu d'aboutir, auraient survécu à la résorption de leur cellule.

A la première division des cellules génératrices et à l'isolement des cellules-mères a correspondu la dernière double multiplication des cellules du sac. Elle a eu lieu dans le sens de la longueur, et elle demeure reconnaissable jusqu'à la fin, parce que ces cellules sont disposées par groupes de quatre, autour desquels les parois de circonscription sont très-saillantes. Cette disposition est très-apparente sur les cellules encore dépourvues de fibres spiralées (pl. VIII, fig. 28); et, avec un peu d'attention, elle est encore reconnaissable même après l'apparition de ces fibres, qui n'a lieu que plus tard.

Les nouvelles et dernières cellules-mères des spores sont alors assez régulière-

[1] Voy. Ad. de Jussieu (*Cours élém. de bot.*, 1848, p. 425) et Payer (*Bot. crypt.*, p. 312). Il me semble que ces savants botanistes, trompés sans doute par les assertions de M. H. Mohl (*Bemerk. Spor.*), ont eu le tort de nier d'une manière absolue l'apparition de quatre spores dans les cellules génératrices, et de contester la résorption de ces cellules pour la formation des spores des Equisetum.

ment sphériques. Leur membrane délicate laisse d'abord voir contre la paroi un nucléus aplati et de forme peu régulière; puis bientôt après, ce nucléus grandit, disparaît, et au-dessous de la surface on distingue une zone très-étroite, très-transparente et une membrane très-fine, séparant cette zone d'une masse sphérique plus colorée, plus dense et plus chargée de granules moléculaires. Cette masse sphérique est la spore proprement dite, et la membrane mince sera la membrane extérieure de la spore. Presque en même temps on distingue dans la spore, immédiatement sous la surface de sa membrane, une couche mucilagineuse avec des granules verts très-ténus, et dans cette couche un espace sphérique occupé par un liquide sans granules, d'une couleur un peu différente et comme très-légèrement rosée (pl. VIII, fig. 25). Le plus souvent même il commence par y avoir plusieurs de ces espaces (fig. 25 *a*), mais l'un d'eux est beaucoup plus grand que les autres, qui finissent toujours et assez vite par se réunir à lui et se fondre en un seul. A mesure que cet espace s'agrandit, il perd sa forme sphérique sur un de ses côtés, qui est refoulé en calotte concave par la matière verte. En même temps et assez rapidement la membrane de la spore se solidifie et se durcit, et sur la membrane de la cellule-mère commencent à se montrer des saillies intérieures ou épaississements disposés en lignes spirales; ce sont les premiers rudiments des fils élastiques ou élatères de la spore. Ces saillies se montrent d'abord vers l'équateur de la cellule-mère, et après avoir commencé par paraître à l'intérieur, elles deviennent sensibles à l'extérieur, et elles débordent dans les deux sens la membrane primitive aux dépens de laquelle elles semblent se former (pl. VIII, fig. 26). Cette membrane s'amincit donc de plus en plus et finit par être résorbée entre les spires qui, sans être contiguës (sauf en un point où elles adhèrent à la spore), sont très-peu séparées. Vers les pôles, où s'isolent en dernier lieu les dilatations spatulées des élatères, cette membrane s'écarte davantage de la spore et, de sphérique qu'elle était d'abord, elle devient un peu ovoïde (pl. VIII, fig. 26). On ne voit jamais vers les pôles les deux petites saillies globuleuses que M. Henderson y a représentées (pl. VIII, fig. 27, copie de celle de M. Henderson, *Reprod. Eq.*, pl. 39), mais on voit quelquefois se placer, contre un point quelconque de la surface, un de ces nucléus isolés dont j'ai parlé plus haut (pl. VIII, fig. 26 *a*). A ce moment, où les élatères ne sont isolés que vers l'équateur, et non encore vers les pôles, on distingue encore à l'intérieur de chaque spore l'espace sphérique sans granules, avec une partie de sa surface concave (pl. VIII, fig. 26). A sa surface se forme une membrane d'une extrême ténuité; ce sera la seconde membrane ou membrane intérieure de la spore. Enfin, ces deux membranes deviennent contiguës et les fils élastiques s'isolent complétement (pl. IX, fig. 8) par la résorption du reste des parois de la cellule-mère[1].

[1] M. H. Mohl ne mentionne point la formation des saillies à l'intérieur de la cellule-mère, et pour ce savant « les élatères

Ce n'est qu'un peu plus tard que commence la transformation des cellules simples du sac en cellules fibro-spiralées. Cette transformation est précédée de l'apparition dans chaque cellule d'un très-grand nucléus, qui s'y développe un peu après leur dernière multiplication (pl. VIII, fig. 28), en occupe presque toute la largeur et disparaît ensuite. On voit lui succéder une assez grande quantité de matière verte et de granules moléculaires, et les parois des cellules paraissent épaisses et comme doubles. A l'époque qui suit l'isolement complet des élatères, la matière verte fait place à un liquide mucilagineux, semi-transparent et un peu opalin; puis bientôt sous la paroi des cellules apparaissent des saillies très-minces, spiralées sur la région médiane du sac, et annulaires vers la ligne où se fera la déhiscence. Sur l'*E. limosum* ces saillies ne se forment que la veille ou l'avant-veille de l'émission des spores, et elles se développent avec une incroyable rapidité. Un épi très-avancé, qui en montre à peine quelques traces, laissé à sec et à la chaleur pendant quelques heures, a bientôt toutes ses cellules spiralées; et même, si l'on a soin d'entretenir l'humidité du porte-objet, on y voit, au bout de une ou deux heures, devenir plus distinctes celles qui se montraient à peine. On constate ainsi avec une parfaite certitude que les spirales ou les anneaux prennent dès les premiers moments de leur apparition la disposition qu'ils conserveront ultérieurement. La spirale une fois formée, les cellules sont d'une parfaite transparence et si minces qu'on a quelque peine à les distinguer; chacune d'elles a conservé exactement sa grandeur et sa position antérieures (pl. VII, fig. 19).

Après cette transformation des cellules du sac, qui est la dernière de toutes, le contenu des spores devient plus épais, moins soluble dans l'eau, et se charge de granules moléculaires nombreuses; enfin il prend une belle couleur vert intense. Le fluide, qui précédemment baignait toutes ces cellules et qui a été graduellement résorbé, laisse après lui des granules moléculaires qui, isolés ou par groupes, s'attachent à la surface de la spore et à celle des élatères. Ce sont ces granules que pendant longtemps on a pris pour des grains polliniques.

Sur les *E. arvense, maximum* et *sylvaticum* les choses restent en cet état depuis le commencement de l'automne jusqu'aux premiers jours du printemps, où, par la déhiscence du sac des sporanges, les spores sont disséminées avec leurs élatères. Vers la mi-août on peut quelquefois observer, du sommet à la base d'un même épi de ces trois espèces, presque toute la série des développements que nous venons d'exposer

ne sont que les restes de la cellule-mère qui, à l'approche du temps de la maturité, se partage en deux rubans contournés en spirale» (*Vermischte Schriften bot. Inh.*, p. 72 et 96; et aussi: *Bemerk. Spor.*, p. 45). M. Schleiden, au contraire, mentionne très-expressément la formation de renflements en ruban qui tapissent d'abord l'intérieur de la cellule-mère, «et, au temps de la *maturité des spores*, ces bandes très-hygroscopiques déchirent la paroi très-tendre de la cellule-mère» (*Grundzüge des wiss. Bot.*, II, p. 91 et 92). La seconde partie de cette assertion est moins exacte que la première; il n'y a aucun déchirement, mais bien résorption, et cela dans l'*E. arvense* dès le mois de septembre, c'est-à-dire sept mois avant la *maturité des spores*.

(pl. VIII, fig. 30). Sur l'*E. limosum* la déhiscence succède sans intervalle au dernier acte d'évolution; et sur un même épi de cette espèce les divers phénomènes sont moins successifs et moins éloignés (pl. VIII, fig. 29); mais pendant tout le printemps, et souvent encore pendant l'été, on trouve dans un même fossé des sujets à tous les degrés de développement[1].

Les premiers développements de l'épi se font régulièrement de bas en haut, mais il n'en est plus de même pour les derniers, c'est-à-dire pour la formation des spirales dans les cellules du sac. Cette formation commence sur le côté de l'épi le mieux exposé au soleil, et le plus souvent de haut en bas. Sur les *E. maximum*, *arvense* et *palustre* la sporose marche ordinairement de bas en haut; souvent cependant les verticilles inférieurs, encore enveloppés par la gaîne, n'émettent les spores qu'après ceux du milieu, mieux exposés à l'action de la lumière et de la chaleur.

Il est facile de remarquer qu'à chacune des évolutions du sac répond parallèlement une évolution des cellules génératrices, et dès lors on peut se rendre approximativement compte des rapports numériques que présentent successivement ces dernières cellules dans leurs diverses évolutions, et finalement les spores qui en proviennent.

Ainsi pendant les premières et rapides multiplications des cellules du sac, la cellule génératrice se multiplie par ses deux premiers dédoublements en quatre cellules, que deux nouvelles multiplications portent à seize, nombre maximum que renferme le sac simple[2]. A partir de ce moment il y a une corrélation parfaite et on ne peut plus facile à saisir. Ainsi à l'apparition des divisions qui multiplient le nombre des cellules du sac et à la première des divisions transversales qui rend l'enveloppe double, répondent deux divisions successives qui font des 16 cellules génératrices d'abord 32, puis 64. Au dernier dédoublement, qui donne trois couches à l'enveloppe, et à la liquéfaction des deux intérieures répondent encore deux nouvelles multiplications qui élèvent les 64 cellules à 128, puis à 256; et à la dernière quadripartition, dont les cellules du sac conservent toujours la trace, répond la dernière quadripartition des cellules génératrices en cellules-mères proprement dites, au nombre de 1024, qui est le même que celui des spores. En effet si, sur un porte-objet divisé en

[1] « Les degrés de développement de la cellule-mère des spores sont parcourus en très-peu de temps. Dans les mêmes sporanges de l'*E. palustre* se trouvent des cellules-mères avec des noyaux primaires en train de se dissoudre, d'autres avec deux noyaux-filles aplatis, d'autres enfin avec quatre de ces noyaux sphériques; on y trouve des cellules-filles tétraédriques unies et isolées, et enfin on y voit des cellules qui montrent un peu leur aréole transparente » (Hofmeister, *Vergl. Unters.* etc., p. 99). En citant cet ouvrage de M. Hofmeister, je dois dire que, quoique sur plusieurs points je me sois écarté de la manière de voir du savant et habile phytotomiste, son admirable travail m'a rendu de très-grands services pour l'étude qui précède. Dans le *Flora* de 1833, p. 45 et 46, M. H. Mohl a exposé les développements de l'*E. variegatum;* en 1842, M. Henderson a exposé ceux de l'*E. hyemale* dans les *Transactions of Linn. Soc.* (*Reprod. Eq.* etc.).

[2] Il y a une multiplication de plus dans l'*E. maximum* et quelquefois, mais rarement, dans l'*E. arvense;* il paraît y en avoir souvent une de moins dans l'*E. variegatum* et sur les épis des rameaux de l'*E. palustre*.

petits carrés d'un millimètre de côté, on épand dans une goutte d'eau le contenu d'un sporange mûr mais non ouvert d'un *E. arvense*, et qu'au moyen d'une loupe montée (ou microscope Raspail) on compte ce qu'il y a sur chaque petit carré, on trouvera presque toujours un total de 900 à 950 spores, ce qui correspond assez bien au dernier nombre trouvé, si l'on tient compte de quelques cellules abortives, dans lesquelles la multiplication aurait subi un temps d'arrêt[1]. Enfin aux dernières modifications de la cellule-mère et à sa transformation en élatères spiralés succèdent les dernières modifications des cellules du sac et leur passage de l'état de cellules simples à celui de cellules fibro-spiralées. Dans les épis qui restent ordinairement ou exceptionnellement stériles, ces deux dernières modifications manquent parallèlement sur les cellules du sac des sporanges, comme sur les spores, qui ne contiennent pas non plus de matière verte.

Il semble donc permis d'établir le tableau de corrélation et le résumé suivants:

1° Apparition d'un bourrelet circulaire de cellules au-dessous du sommet végétatif.

2° Apparition sur ce bourrelet d'une rangée de 10 à 12 saillies se développant ultérieurement en dilatations clypéolaires à leur extrémité.

3° Apparition, au pourtour de la face intérieure de ces dilatations, d'un cercle de 5 ou 6 saillies devant constituer les sporanges.

4° Apparition au centre de ces saillies d'une cellule génératrice; les vaisseaux se montrent dans l'axe de l'épi.

<table>
<tr><td>5° Les cellules du sac augmentent en nombre.</td><td>5° Deux doubles multiplications donnent 16 cellules génératrices.</td></tr>
<tr><td>6° Les cellules du sac se dédoublent pour former deux couches.</td><td>6° Double multiplication donnant 32, puis 64 cellules génératrices.</td></tr>
<tr><td>7° Une nouvelle multiplication donne trois couches à l'enveloppe; liquéfaction et résorption des deux couches intérieures.</td><td>7° Double multiplication produisant 128, puis 256 cellules génératrices.</td></tr>
</table>

Apparition de vaisseaux dans le pédicelle et de stomates sur l'épiderme du clypéole; enfin isolement des cellules génératrices.

<table>
<tr><td>8° Dernière double multiplication des cellules du sac.</td><td>8° Division des cellules génératrices d'abord en deux cellules (512), puis de ces deux en deux autres (1024), constituant des groupes de quatre cellules se croisant deux à deux.</td></tr>
</table>

9° Isolement de ces dernières cellules qui sont les cellules-mères des spores.

[1] Ces nombres sont ceux que j'ai régulièrement trouvés sur les *E. arvense*, *sylvaticum*, *limosum*, *palustre*, *ramosissimum*, *hyemale*; mais le nombre des spores est beaucoup plus élevé dans l'*E. maximum* et moins élevé dans l'*E. variegatum* et sur quelques épis latéraux de l'*E. palustre*. Voir la note 2 de la page précédente.

10° Apparition des membranes propres de la spore et des saillies spiralées sur la cellule-mère.

11° (Un peu plus tard) Transformation des cellules simples du sac en cellules fibro-spiralées.

11° Solidification des membranes; transformation définitive de la cellule-mère en fils spiralés ou élatères.

12° Rupture du sac des sporanges et dispersion des spores.

§ 5. *Anatomie des spores*

Les spores des Equisetum et le gracieux appareil de leurs élatères ont été un objet favori d'études pour les micrographes; aussi ont-elles donné lieu à un grand nombre de figures, de descriptions et d'opinions différentes.

L'aspect qu'à première vue présente une spore complète hors du sporange, encore fraîche et bien vivante, mais à l'état sec, est celui d'une sphère posée au point de réunion de quatre fils plus ou moins contournés et constamment aplatis et élargis en spatule à leur extrémité (pl. VIII, fig. 31). C'est à tort que l'on a dit que cette extrémité est claviforme[1]; elle est plate, d'une épaisseur à peine appréciable, dilatée en spatule non symétrique, et offrant un de ses côtés beaucoup moins dilaté et moins courbé que l'autre (pl. VIII, fig. 32). Cet aspect général avait encore fait croire aux premiers observateurs que ces fils ou élatères sont au nombre de quatre[2]; il est facile de s'assurer qu'il n'y en a que deux, soit en pressant légèrement les spores entre deux lames de verre que l'on fait un peu glisser l'une sur l'autre, soit en les faisant passer brusquement de l'état de sécheresse et de dilatation à celui d'humidité et de contraction. Dans l'un comme dans l'autre cas, les élatères se détachent presque constamment, et l'on voit qu'ils consistent en deux fils aplatis et dilatés en spatule à chacune de leurs extrémités. Il est moins facile de s'assurer de la manière dont ces fils adhèrent à la spore. En effet, sur le porte-objet, les spores se présentent constamment à l'observateur avec leur point d'adhérence placé en bas. Là est évidemment leur centre de gravité. Car, si on prend des spores dont les élatères ne se soient pas

[1] A. Richard (*Précis de bot.*, vol. II, p. 51, 1852), M. Grenier (*Fl. Fr.*, vol. III, p. 642, 1856), M. Cosson (*Fl. env. Paris*, 2e éd., p. 876, 1861) disent seulement: « *quatre* appendices *renflés* au sommet... » M. Henderson (*Reprod. Eq.*, p. 569) dit plus explicitement : « ...the clavate ends of the filaments... » Et pourtant dès 1827 Bischoff avait dit très-exactement : « dilatés à leurs deux bouts non en massue, mais au contraire en forme de spatule : ...an ihren beiden « Enden nicht kolbig, sondern vielmehr spatelförmig erweitert » (*Krypt. Gew.*, p. 32). Malgré cela, en 1830, M. L. Reichenbach disait encore de ces élatères : « staminodia bina, cruciatim affixa, polline repleta » (*Fl. excur.*, p. 154).

[2] Les floristes en général (non Koch); Duvernoy, *De Salvinia natante*, p. 10, 1825; Henderson, *Reprod. Eq.*, p. 567, 1842; Ad. de Jussieu, *Cours élém. de bot.*, p. 425, 1848; J. Payer, *Bot. crypt.*, p. 214, 1850; A. Richard, *Précis bot.*, vol. II, p. 51, 1852.

encore déroulés, et qu'on les jette sur un verre sec ou sur une goutte d'eau, on en verra quelques-unes qui présenteront en dessus leur point d'adhérence aux élatères, toujours reconnaissable à ce que les élatères adhèrent entre eux sur ce même point; mais aussitôt on voit ces mêmes spores se tourner en oscillant, puis s'arrêter définitivement sur ce point. Les spores plus avancées et dont les élatères se sont déjà étalés se placent de suite en équilibre sur leur point d'adhérence, qu'il est dès lors très-difficile sinon impossible de voir. Pour y parvenir, j'avais d'abord essayé d'une plaque de verre que je plaçais sur le porte-objet et je retournais le tout rapidement. Mais il arrivait presque toujours que le frottement des deux plaques, si faible qu'il fût, détachait les élatères ou écrasait les spores, et si quelques spores, restées libres et complètes, étaient renversées et montraient leur point d'adhérence, ce n'était que rarement et pour un instant très-court; elles se mettaient aussitôt à osciller et se retournaient. Une observation durable ne m'est devenue possible que par les procédés suivants. Sur une de ces petites lames de verre dont on recouvre le porte-objet j'étends une couche très-mince d'une solution gommeuse très-étendue et je secoue dessus des spores encore entourées de leurs élatères. Après qu'elles y ont pris leur centre de gravité, je laisse le tout sécher un peu, et au bout de quelques instants les spores sont assez fixées pour qu'en retournant la petite lame je puisse en voir tout à l'aise le point d'adhérence. Pour les spores dont les élatères sont déjà étalés, je les mets à sec sur un verre très-légèrement concave, puis j'applique par dessus une lame de verre enduite d'une solution gommeuse presque sèche. Les élatères, en se redressant par l'effet de l'humidité, se prennent à la gomme, s'y fixent dans toutes sortes de positions, et toujours un certain nombre d'entre elles me présentent leur point d'adhérence, quand je prends pour porte-objet cette lame renversée.

J'ai pu dès lors m'assurer avec la plus complète évidence, et sur des milliers de spores, que les deux fils des élatères sont adhérents entre eux au point où ils adhèrent encore à la spore, et adhérents en restant parallèles et par union latérale, non par entre-croisement, comme on l'a souvent affirmé. Mais alors même qu'ils sont encore adhérents entre eux et à la spore, on voit le plus souvent sur la région d'adhérence une ligne que le jeu du miroir réflecteur rend plus ou moins apparente, et qui indique une moindre épaisseur suivant laquelle aura lieu la séparation définitive. Cette apparence me paraît être la cause de l'opinion émise par M. Pringsheim « que les élatères *ne sont jamais contigus* à leur point d'adhérence à la spore » (*Schl. Eq.*, p. 244). Ce savant botaniste va même jusqu'à dire que souvent les deux fils ont des points d'adhérence très-éloignés l'un de l'autre « et même diamétralement opposés. » Je démontrerai plus loin l'impossibilité d'une telle disposition.

L'épaisseur des fils m'a paru dans la jeunesse un peu moindre que leur largeur. Le diamètre des spores (*E. maximum*, *arvense*, *palustre*, *variegatum*) m'a paru mesurer

trois centièmes et demi de millimètre, soit $0^m,000036$; la dilatation spatulée de l'élatère égale en largeur à peu près un demi-diamètre de la spore, et la longueur totale d'un élatère contient neuf fois et demi environ ce même diamètre[1]. La spirale des élatères autour de la spore est *dextre*.

Par leur disposition en spirale, les deux élatères constituent une sphère autour de la spore. Leur point commun d'adhérence est placé sur l'équateur de cette sphère et leurs dilatations spatulées vers les pôles. Or, si on considère une sphère (pl. VIII, fig. 33) et qu'on suppose que d'un point O, placé sur l'équateur de cette sphère, deux bandes *a* et *b*, situées chacune d'un côté de l'équateur, aient à se rendre au pôle P en deux spirales parallèles, on remarquera que la bande *b*, la plus éloignée du pôle P, a nécessairement à parcourir un chemin plus long que celui de la bande *a* pour arriver à ce pôle, et que la différence entre les deux chemins est égale à la moitié de l'équateur, puisque ce n'est qu'au point diamétralement opposé à O que la bande *b* sera par rapport au pôle P à la distance où se trouvait primitivement la bande *a*. Par la même raison la bande *a* a un demi-équateur de plus que la bande *b* à parcourir pour se rendre au pôle P'. Ainsi en supposant des bandes soudées seulement au point O et ensuite étendues, la bande *b* du côté du pôle P dépasserait la bande *a* d'un demi-équateur, et réciproquement, vers le pôle opposé P', la bande *a* dépasserait de la même quantité la bande *b*; de telle sorte que, les deux bandes étant d'une même longueur totale, seraient réciproquement partagées à leur point d'union en deux parties inégales comme l'indique la pl. VIII, fig. 34[2]. Or c'est précisément ce que l'on observe sur les élatères; les quatre bras apparents qu'ils montrent, pris deux à deux, de quelque façon que ce soit, présenteront toujours une inégalité répondant à un demi-équateur ou à un diamètre et demi de la spore. C'est le résultat que l'on obtient en traçant, sur une sphère creuse de caoutchouc, la forme et les spirales des élatères et en découpant cette sphère selon les lignes tracées, sauf en un point d'union sur l'équateur. Cela démontre donc géométriquement l'unité du point d'adhérence des élatères aux spores et entre eux. On conçoit bien d'ailleurs qu'une spore sphérique adhère par un seul point à sa cellule-mère également sphérique; mais on conçoit moins facilement la possibilité entre deux sphères de deux points d'adhérence séparés ou opposés, comme l'a dit M. Pringsheim (*Schl. Eq.*, p. 244), qui d'ailleurs avait très-nettement distingué et figuré l'inégalité des bras apparents des élatères.

[1] Dans les mesures que donne M. Pringsheim (*Schl. Eq.*, p. 242) et qui sont à peu près les mêmes (savoir : diamètre des spores 2/53, 1/25, 1/28 de millimètres; longueur des élatères de 10/32 à 10/35 de millimètres), et dans les conclusions qu'il en tire, il me semble que ce savant observateur n'a pas suffisamment tenu compte de la grande surface des dilatations terminales spatuliformes.

[2] Il est bon de se prémunir contre une illusion qui porte à voir la bande *b'* comme une continuation de *a* (pl. VIII, fig. 34), et à croire qu'un des deux élatères est plus court que l'autre.

Il est absolument impossible de concevoir les élatères comme se croisant au point d'union. Deux lignes spirales, qui se croiseraient en un point, se couperaient nécessairement à chaque tour de spire et ne pourraient en aucun cas courir parallèlement; et de plus, pour cette disposition il faudrait concevoir la cellule génératrice des lignes spirales double aux points de croisement, et simple aux autres points; ce qui est absurde. Bischoff (*Krypt. Gew.*, p. 32, 1828) avait bien reconnu qu'il n'y avait que deux élatères, mais trompé par une disposition accidentelle que les élatères prennent assez souvent en se détachant de la spore, il les avait considérés comme se croisant à leur point d'union, «die sich in ihrem Befestigungspunkte durchkreuzen[1].» Aussi plus tard, et pour rester autant que possible conséquent à sa première idée, ce botaniste affirma que les élatères constituent deux enveloppes (*Lehrb. d. Bot.*, I, p. 443 et 455, 1834). M. H. Mohl (*Morph. sporang.*, p. 8, en note) réfuta en 1837 l'assertion de Bischoff; mais elle avait été répétée par M. L. Reichenbach, et on la trouve encore dans des flores toutes récentes.

Ordinairement, pour ne pas dire toujours, la surface des élatères est parsemée de petits granules moléculaires, que tous les auteurs ont mentionnés et que l'autorité imposante de Hedwig a fait si souvent regarder comme des grains polliniques. Je ne sais ce qui a pu porter Bischoff à dire «qu'à cause de la finesse des fils des élatères on ne peut établir avec certitude si ces petits grains sont réellement épars à la surface ou contenus dans l'intérieur» (*Krypt. Gew.*, p. 32), car le moindre lavage suffit pour les faire tomber en totalité ou en grande partie, et alors on les voit dans le liquide exécuter avec assez de vivacité ce mouvement spontané d'oscillation appelé mouvement brownien ou moléculaire. On rencontre ces mêmes granules, et en même quantité, sur la surface des spores elles-mêmes, ainsi que contre les cellules fibro-spiralées du sac des sporanges, et, comme on en constate la présence dans presque toutes les cellules de la tige des Equisetum[2], il nous est impossible d'y voir autre chose que les granules restées libres après la résorption de tant de cellules, et surtout d'y voir avec M. Pringsheim «des points correspondant aux dessins cuticulaires et aux formes qu'on reconnaît sur la membrane extérieure de certains pollens et des spores des Fougères, des Mousses... etc.» (*Schl. Eq.*, p. 244).

Lorsque, avec un fort grossissement, on examine des élatères à l'état sec et distendus, on remarque encore trois choses : 1° la partie spatulée est marquée, vers le commencement de sa dilatation, de lignes ou plutôt de rides dirigées dans le sens de la longueur (pl. VIII, fig. 31 et 32); 2° vers le même point cette partie est un peu con-

[1] M. Raspail a affirmé la même erreur, en la donnant de plus comme une preuve d'un de ses principes de physiologie végétale : « Les organes reproducteurs des Equisetum sont de gros grains polliniques, nés sur l'entre-croisement de « deux spires » (*Physiol. végét.*, 1837, vol. II, p. 446).

[2] Ils ont été, dès 1842, mentionnés dans les spores, par M. Henderson (*Reprod. Eq.*, p. 568).

tournée en spirale; 3° sur les fils on distingue des lignes à peu près parallèles entre elles, mais obliques et comme contournées en spirale autour du fil. Cette triple apparence s'explique par ce seul fait : 1° que les fils qui, à l'état frais et d'enroulement, sont un peu plus larges qu'épais, se contractent suivant leur largeur en se desséchant, ce qui forme comme une ou deux rides sur la longueur et un plus grand nombre à la naissance de leur spatule; 2° que pour se distendre en ligne plus ou moins droite, ils sont obligés, attendu leur nature de bandes originairement spiralées, de se tordre sur eux-mêmes, et alors ces rides simulent des lignes spirales courant le long du fil[1]. Cette torsion s'arrête au commencement de la spatule, qui montre ainsi en plus grand nombre et en lignes parallèles la continuation des rides. Quelquefois à ce point la spatule se fend elle-même suivant un de ces plis, quand la dilatation ou la contraction a été trop subite.

M. Pringsheim qui, dans la notice précitée, a étudié tout spécialement ces apparences, les attribue à un autre ensemble de causes. Ce savant croit que les renflements en rubans spiralés, qui se forment dans l'intérieur de la cellule-mère, ne s'isolent pas par résorption des parois primitives de cette cellule, mais bien « que lorsque, à la maturité, la membrane de cette cellule se divise dans la direction et le long de ces renflements, ses lambeaux se déploient en prenant la forme de deux rubans spiralés, sur lesquels l'un des bords est épaissi et l'autre composé d'une lame mince; et qu'alors cette lame mince se replie spiralement autour de la partie épaissie... So schlägt « sich zugleich der unverdickte Theil dieser Bänder um den verdickten spiralig « herum, » et, d'autre part, « que cette partie mince du ruban est, comme la dilatation spatulée, marquée de stries, mais suivant une direction oblique à sa longueur » (*Schl. Eq.*, p. 243). Ajoutons que, ainsi qu'il l'avait fait pour les granules moléculaires, M. Pringsheim considère ces stries comme analogues aux dessins cuticulaires de quelques pollens et de certaines spores.

On conçoit à la rigueur que si l'assertion précédente était admise, à savoir que la lame mince fût « marquée de stries obliques à sa longueur, » et qu'elle se repliât sur la partie épaissie, le fil total parût strié; mais alors on ne conçoit plus l'assertion principale que « cette lame se replie spiralement autour de la partie épaissie. » Se replier sur une autre partie comme une moitié de feuille de papier sur l'autre moitié n'est pas « se replier spiralement. » Pour cela, il faudrait que la moitié mince ne fût ni égale en longueur à la partie épaissie, ni à elle adhérente, mais au moins moitié plus longue et détachée, car une bande, contiguë à une autre, ne peut, en se repliant, entourer spiralement cette dernière.

D'ailleurs l'examen le plus attentif des spores à tous les âges (même avec un gros-

[1] Cette disposition se voit admirablement quand on étire les lanières d'une sphère de caoutchouc découpée en élatères.

sissement de 1100 diamètres) ne montre rien de semblable. Ces stries ou plutôt ces rides, visibles à l'état sec, disparaissent par un séjour de quelques instants dans l'eau, et plus vite et plus complétement dans une solution potassique très-étendue. Comme les fils s'y gonflent un peu, ils montreraient nécessairement alors leur partie latérale mince; ou bien il arriverait, si elle est enroulée en spirale serrée, qu'elle se relâcherait sur quelque point, ce qui ne se voit jamais. M. Pringsheim semble avoir voulu prévenir cette objection en ajoutant : « On reconnaît encore que l'élatère est composé d'un renflement et d'une lame mince contournée autour de la première... Endlich « erkennt man die Zusammensetzung des Schleuderers aus einem verdickten und « einem um diesen sich windenden unverdickten Theil noch dadurch, dass... par cela que très-souvent, en suite de cet enroulement de la lame mince, celle-ci vers son extrémité se détache du cordon renflé » (pl. VIII, fig. 35 *b*, copiée de M. Pringsheim). Cet effet est dû au déchirement de la partie spatulée, déchirement que l'on produit presque à volonté, en se servant pour porte-objet d'une plaque de mica très-mince et un peu humide, sous laquelle on fait passer un gros fil de fer chauffé très-fortement. Les élatères se déroulent alors et se contournent sur eux-mêmes avec une telle violence que le plus souvent ils se brisent en morceaux, et comme leur partie spatulée est une portion considérable de sphère, et par cela résiste à la torsion en spirale, elle se fend longitudinalement, comme une hart se fendille quand on la tord. Ce petit lambeau latéral figuré par M. Pringsheim, ou des lambeaux plus grands, ne sont donc point les excédants d'une lame mince qui s'enroulerait en spirale autour des fils épaissis, parce qu'il n'y a point de semblable lame; parce que ces fils n'ont aucun appendice latéral, et que, s'ils en avaient, on les verrait aussi bien que la petite irrégularité, saillie ou échancrure qu'on reconnaît parfois vers leur point d'adhérence; parce que rien ne s'entortille autour d'eux, ni ne se replie sur eux, attendu qu'ils sont simples, très-nettement limités et déterminés, sans aucune trace d'une cellule-mère qu'ils auraient déchirée, et cela par la raison qu'ils ne la déchirent pas, mais, comme je l'ai vu avec la plus grande netteté, qu'après avoir commencé par des renflements ou lignes saillantes à l'intérieur de la cellule-mère et s'être épaissis, ces fils s'isolent par suite de la résorption des parois de cette cellule.

Ces fils ont-ils, comme ceux des anneaux ou des spirales des vaisseaux, une cavité intérieure longitudinale? Pour ma part, je le crois, en m'appuyant sur ce que, à un fort grossissement, leurs bords présentent toutes les apparences d'un tube de verre éclairé par dessous et jamais celle d'un cylindre plein. Mais bien qu'ils se cassent fréquemment sur le porte-objet et offrent bien à l'observation leur bout cassé, la cassure en est très-inégale, et je n'ai jamais pu, comme sur les gros vaisseaux, distinguer l'orifice de la cavité de manière à pouvoir en affirmer l'existence avec certitude.

A l'état de complet développement, les spores m'ont paru parfaitement sphériques.

Elles ont le plus souvent la surface parsemée de ces granules moléculaires mentionnés tant de fois. M. Hofmeister dit que leur surface est *finement granulée*, «feingekörnelt» (*Vergl. Unters.*, p. 99); malgré mes efforts je n'ai rien pu voir de semblable. Ainsi que le fait observer M. J. Henderson (*Reprod. Eq.*, p. 571), les spores très-mûres et non humides ont la surface comme un peu ridée; humectée d'une goutte d'eau, la spore redevient lisse et unie, et, en même temps, se gonfle jusqu'à dépasser d'un quart son diamètre à l'état sec.

Hedwig non-seulement avait affirmé que les spores ont un stigmate en forme de papille «stigmate apiculata,» mais il avait figuré ce prétendu stigmate (*Theor. gen.*, p. 33, tab. 1). Bischoff reproduisit la même assertion et le même dessin (*Krypt. Gew.*, p. 32; pl. IV, fig. 16, 1828), tout en faisant remarquer «*que ce petit bouton obtus est* « *à peine sensible*, mit einem kaum bemerkbaren stumpfen Knöpfchen.» Plus tard, dans ses Remarques sur le développement des Equisetum (1853), ce consciencieux savant exposa que, par suite de la faiblesse de son microscope, il s'était fié aux figures données par Hedwig, mais que depuis, avec un excellent microscope moderne, il avait reconnu que les spores sont exactement globuleuses et ne présentent pas d'éminence (*Bemerk. Eq.*, p. 105).

Le même botaniste avait également décrit et figuré «l'épiderme des spores écrasées comme se déchirant suivant la direction d'une ou de plusieurs stries qui aboutissent à une tache transparente, limitée par des lignes sombres; ces stries paraissaient dessiner les parois des cellules dont l'épiderme des spores est composé» (*Krypt. Gew.*, p. 40, pl. IV, fig. 18); mais dans son travail de 1853, cité plus haut, il reconnaît encore que l'épiderme des spores n'est pas composé de cellules comme il l'avait d'abord pensé[1].

En effet, la membrane de la spore est, d'une part, sans aucune éminence, et de l'autre, non composée de cellules; mais elle n'est pas unique, et il y a, au contraire, deux membranes superposées. Comme toutes deux sont parfaitement unies et incolores, il est impossible d'en constater l'existence par le simple écrasement d'une spore. Pour y arriver avec certitude, j'emploie les moyens suivants. Sur une plaque très-mince de mica j'étends une goutte de solution potassique (une partie de potasse caustique, cinq parties d'eau) et j'y secoue le contenu d'un sporange. Aussitôt chaque spore prend une teinte bistrée uniforme, sans que les deux membranes se distinguent bien nettement. J'ajoute alors deux ou trois gouttes de la solution potassique et je place la plaque de mica au-dessus de la flamme d'une lampe à alcool, de manière à déterminer une légère ébullition. J'ajoute ensuite de l'eau sur la plaque de mica, et

[1] Les figures que M. K. Müller a données des spores des Equisetum et de leur premier développement (*Der Pflanzenstaat*, p. 331, 1861) sont tout à fait fautives. Qulques-unes (*b*, *c*, *d*, *e*) représentent des spores hérissées! La fig. *h* doit même ne pas appartenir aux Equisetum.

la masse des spores agitée dans cette eau reprend aussitôt, à la vue simple, sa couleur verte; au microscope on voit la membrane extérieure très-distendue, formant une zone d'un rose pâle et un peu bistré, au dedans de laquelle nage très-distinctement la membrane intérieure enveloppant la matière verte (pl. IX, fig. 1). Quelques-unes des spores se gonflent si prodigieusement que leur diamètre est plus que doublé (pl. IX, fig. 2). Il n'est pas rare de voir, après quelques minutes, la membrane intérieure se fendre et répandre son contenu vert (pl. IX, fig. 3), ou la membrane extérieure se briser et se détacher en fragments ou calottes sphériques (pl. IX, fig. 4); on reconnaît alors avec la plus parfaite netteté que la surface en est absolument lisse. Si parmi les spores ainsi traitées il s'en trouve d'abortives ou d'inféconde, sans matière verte à l'intérieur, elles demeurent plus petites dans leur ensemble. On voit très-nettement qu'elles se composent d'une membrane extérieure, qui se distend beaucoup moins autour de la sphère intérieure, et que celle-ci présente à sa périphérie deux cercles concentriques, ou, pour parler plus exactement, une membrane double (pl. IX, fig. 5).

Lorsqu'on traite les spores par l'acide sulfurique concentré, et comme je vais le dire, la distinction des membranes se manifeste, non avec plus d'évidence, mais d'une manière plus saisissante.

Une goutte de cet acide étant placée sur une lame mince de mica, on met des spores sur une autre lame que l'on renverse sur la première, et on place le tout rapidement au foyer du microscope. On ne voit déjà plus d'élatères; ils ont été brisés en fragments infiniment petits, qui se sont rangés vers les bords de la goutte d'acide, mais on voit la couleur des spores changer en allant de la périphérie au centre, de telle sorte que chaque spore présente un disque central, terminé par une ligne irisée, se rétrécissant assez rapidement jusqu'à ce que toute la spore soit d'un vert jaunâtre obscur. Alors, sur un point, ou sur tout le pourtour, on voit la membrane extérieure se dilater et former autour de la membrane intérieure une auréole faiblement bistrée, unie, si elle se dilate en liberté, mais plissée et irrégulière, si elle est comprimée par la plaque supérieure de mica (pl. IX, fig. 6). Après l'introduction d'un peu d'eau entre les deux plaques, et sans doute par l'effet de la chaleur qui en résulte, on voit au bout de quelques instants les membranes se briser et se détacher en calottes sphériques; et l'effet est général, si on le facilite en pressant légèrement avec un objet obtus les plaques de mica et en les faisant un peu glisser l'une sur l'autre. Toutes les membranes extérieures se brisent alors (pl. IX, fig. 4) et laissent échapper les sphères intérieures; celles-ci se colorent subitement en vert tendre un peu azuré, puis bientôt après en rouge brun.

Le contenu des spores est un liquide d'un beau vert jaunâtre, sur le bord duquel se montrent souvent quelques gouttelettes d'huile, quand les spores se brisent dans

l'eau ou mieux dans l'acide sulfurique. Les spores des Equisetum ne s'enflamment point avec la même vivacité que celles des Lycopodes; elles pétillent un peu. Dès avant la sporose on y trouve des grains de chlorophylle assez nombreux et de grosseur très-variable. Ces grains augmentent en nombre et en volume avec une incroyable rapidité, si on laisse séjourner les spores à la surface de l'eau. M. Nägeli paraît avoir été le premier à y affirmer la présence d'un nucléus ou cytoblaste[1]; M. Hofmeister l'a mentionné et lui a attribué une *forme sphérique* (*Vergl. Unters.*, p. 99). M. Milde le décrit ainsi: « Ce cytoblaste a une structure *en forme de disque;* il est pourvu de deux ou trois grains posés excentriquement. Il est transparent, sans couleur, et est suspendu au milieu de la spore par des fils mucilagineux » (*Entw. Eq.*, p. 620, et aussi *Gef. Crypt. Schl.*, p. 414). Quelque peine que je me sois donnée, il m'a été impossible de rien voir de semblable; et je n'ai pu constater la présence d'un nucléus que dans les spores commençant à végéter après quelques heures de séjour sur la terre humide ou dans l'eau. M. Milde ajoute que ce cytoblaste est « la tache claire » que Bischoff mentionne. Je ne puis partager cette opinion; « la tache claire » de Bischoff n'a rien de commun avec le cytoblaste des éminents observateurs précités. D'abord, comme nous l'avons vu précédemment, Bischoff lui-même a reconnu son erreur au sujet de *sa tache claire et des rayons qui en partaient*, non *dans l'intérieur*, mais *sur l'épiderme* des spores, et à la p. 32, où il est encore question de ce point lumineux, Bischoff se borne à dire: « Sous le microscope les spores se montrent plus transparentes en leur milieu, « sie zeigen sich in der Mitte mehr durchscheinend. » Or cette différence dans la transparence n'est due ni à une différence dans le contenu ni à une différence d'organisation dans la texture de l'épiderme. Il n'existe point en effet sur les spores de région plus transparente que le reste. Leur enveloppe membraneuse déchirée, étendue autant qu'on peut le faire, ne présente aucun point de la surface différent des autres. Le contenu ne m'a point montré de nucléus, tant que les spores n'ont pas séjourné dans l'eau. Cependant il arrive fréquemment qu'en observant des spores au microscope, on voit exactement dans la direction du centre une région parfaitement circulaire, nettement limitée, très-vivement lumineuse et dès lors paraissant plus transparente que le reste. Mais si l'on place les spores sur une goutte d'eau étendue, et qu'on incline un peu le microscope, on voit bientôt l'eau se déplacer, et les spores qu'elle entraîne traverser le champ en roulant, et quelle que soit leur position, continuer à offrir ce petit cercle vivement éclairé et comme transparent; d'où cette première conclusion que ce cercle lumineux ne peut appartenir à un point spécial et déterminé de l'enveloppe de la spore. Reste que ce point circulaire brillant révèle

[1] Schleiden u. Nägeli, *Wachsthumsgeschichte der Laub- u. Lebermoose*, dans *Zeitschrift für wissensch. Botan.*, 2tes Heft, Zürich 1845.

l'existence d'un espace ou d'un organe central plus transparent; mais on devra mieux voir cet organe, lorsqu'on placera au foyer de l'instrument le grand cercle qui forme l'horizon des spores observées. Or, à mesure qu'on rapproche les spores, le cercle lumineux s'élargit en diminuant d'éclat et finit par disparaître quand leur centre est au foyer. On ne l'aperçoit que lorsqu'on éloigne les spores et qu'on place au foyer l'extrémité supérieure de leur diamètre vertical; d'où il suit, comme seconde conclusion, que ce point brillant n'est pas un phénomène d'organisation, mais un simple effet d'optique. La spore étant un corps sphérique, diaphane, plus dense que le milieu ambiant, réfracte les rayons lumineux qui lui viennent du miroir, et les fait converger vers l'extrémité supérieure de son diamètre vertical. Ils y forment alors un petit cercle de vive lumière, que Bischoff et d'autres après lui ont pris pour un espace circulaire plus transparent que le reste de la surface. Voici une autre preuve très-concluante de la vérité de cette assertion. Si l'on graisse légèrement la surface du verre porte-objet (par exemple en la frottant contre les cheveux) et qu'avec un pinceau on y projette de loin et doucement de très-petites gouttelettes d'eau, celles-ci prendront la forme sphérique et offriront exactement les mêmes phénomènes de la présence ou de la disparition d'un cercle lumineux central, lorsqu'on rapprochera ou qu'on éloignera du foyer leur partie supérieure. M. G. Thuret dit également des spores des Fucacées : «Les spores sont d'un jaune olivâtre; elles renferment chacune un globule central plus clair, qui est problement un nucléus, mais que je n'ai pu parvenir à isoler » (*Fécond. Fuc.*, p. 202). Cette assertion d'un observateur si habile et si consciencieux m'a fait recommencer bien des fois l'examen de la tache claire de Bischoff et la recherche d'un nucléus; mais le résultat a toujours été le même.

J'ai dit plus haut, p. 91, que les spores abortives et inféconde, qui se trouvent parmi les spores normales, sont toujours plus petites et demeurent telles sous l'action des réactifs, et qu'en outre elles présentent une membrane intérieure double (pl. IX, fig. 5). Comme à ces spores n'adhèrent jamais des élatères, ce qui semble être leur membrane extérieure est la membrane de la cellule-mère qui devait, par sa division en une double spirale, donner naissance aux élatères, et les deux membranes intérieures sont les deux membranes ordinaires des spores. Ce qui exclut tout doute sur ce point, c'est que parmi ces spores j'en ai maintes fois observé qui, à l'état naturel ou traitées par la solution potassique, présentaient encore sur la sphère intérieure cette dépression mentionnée plus haut, vis-à-vis de laquelle on voyait très-nettement deux membranes: l'une plus épaisse, à courbure convexe et continuant la forme sphérique, c'était le sporoderme extérieur; l'autre plus mince, à courbure concave et limitant la dépression (pl. IX, fig. 7), exactement comme on le remarque sur l'avant-dernier état des spores.

Les spores infécondes ci-dessus décrites se montrent par exception, et toujours rela-

tivement en très-petit nombre dans les épis vraiment fertiles et bien constitués; j'ajouterai même qu'on ne les rencontre guère que dans les sporanges des épis les plus développés et sur les tiges les plus vigoureuses des *E. arvense*, *maximum*, *ramosissimum*. Or on trouve des spores abortives d'une tout autre forme sur d'autres Equisetum, par exemple sur les *E. littorale*, *trachyodon*, et sur la plupart des épis très-tardifs de l'*E. limosum*. Mais si, dans le premier cas, les spores inféconde sont l'exception, ici elles constituent la totalité et ne sont accompagnées d'aucune spore bien constituée.

Comme les premières, et plus qu'elles encore, elles restent fort au-dessous de leur grosseur normale; quelques-unes seulement ont les deux tiers du diamètre, peu de matière verte, des élatères ébauchés et incomplets dont elles ne sauraient sortir; les autres, et ce sont les plus nombreuses, beaucoup plus petites et réduites à un tiers ou même à un cinquième du diamètre normal, sont irrégulièrement sphériques avec un côté plus saillant; forme qui atteste le défaut d'élasticité, et paraît résulter de leur compression réciproque quand elles étaient par quatre en groupes tétraédriques. Elles présentent assez nettement deux membranes et une sphère centrale remplie de granules presque incolores (pl. IX, fig. 9-10); d'autres sont encore unies deux à deux, d'autres quatre à quatre; et enfin on y trouve des cellules génératrices avec une cloison de séparation et deux nucléus (pl. IX, fig. 11). Le tout nage dans un liquide un peu visqueux, lentement et difficilement soluble dans l'eau et pas du tout dans la solution potassique. Traitées par cette solution, ces spores ne se comportent pas comme les spores normales: leur membrane extérieure ne se dilate pas, ne se colore pas; seulement l'intérieur paraît un peu plus vert.

Sur tous les épis qui contiennent ces spores, le sac des sporanges, au lieu d'être gonflé et vert par transparence, est flasque et blanc, attendu l'absence presque complète de liquide vert dans les spores. Ce même sac, au lieu de s'offrir sous la forme définitive et dernière, c'est-à-dire avec des cellules fibro-spiralées, s'offre avec l'apparence qui précède, sous son avant-dernière forme, c'est-à-dire avec des cellules simples, comme je les ai décrites et figurées plus haut, mais sans aucun nucléus (pl. VIII, fig. 28, abstraction faite des nucléus). Ces cellules ont d'ailleurs la même disposition relative que les cellules fibro-spiralées (pl. VII, fig. 19), et seulement un peu plus de largeur, comme si la spirale interne avait forcé les cellules à se contracter un peu. Il n'est pas rare de voir au-dessous de cette couche de cellules simples des fragments d'une autre couche, qui était la couche moyenne et n'a pas été entièrement liquéfiée et résorbée.

Il est dès lors évident qu'il y a eu dans tout l'appareil fructifère un temps d'arrêt, qui n'a pas permis aux divers organes d'atteindre leur dernier développement. Or, si l'on remarque que ces sortes de spores abortives ne se présentent que sur des espèces qui

ont des rhizomes d'un extrême développement, ou sur des pieds tardifs ou appauvris par des conditions défavorables, tandis que les autres spores abortives s'offrent sur les sujets les plus vigoureux, on est naturellement porté à conclure qu'il y a à ces états abortifs deux causes très-différentes. Les dernières spores décrites sont abortives par arrêt et par défaut d'évolution, soit que la force vitale s'épuise dans les rhizomes[1], soit que l'épuisement provienne des circonstances défavorables; les autres, celles des sujets les plus vigoureux, sont abortives par excès d'évolution, parce que, dans cette violence de développement et de division des cellules génératrices, il y a eu une multiplication de trop, un dédoublement en excès, et qu'alors la force a manqué après ce dédoublement pour que ces spores arrivassent à leur dernier terme en même temps que leurs congénères, ayant eu à franchir un degré de plus.

CHAPITRE IV

Reproduction

§ 1er. *Développement des spores en sporophymes*

Les spores des Equisetum ne paraissent pas conserver indéfiniment, comme les spores des Fougères, leur faculté végétative, et même elles la perdent quelques jours seulement après la sporose. Sur aucune espèce je n'ai pu la voir se prolonger au delà du dixième jour. M. Milde l'a constatée jusqu'au quatorzième (*Entw. Eq.*, p. 621).

On reconnaît de suite qu'une spore est devenue incapable de développement à ce qu'elle ne présente plus le petit cercle lumineux mentionné ci-dessus p. 92. Elle offre, comme les spores anciennes et desséchées, l'aspect d'une masse sphérique, grisâtre, opaque, à surface finement chagrinée ou plutôt ridée. Après quelques minutes de séjour dans l'eau, ces spores redeviennent diaphanes, et laissent voir de nouveau avec une grande netteté le petit cercle d'un vert jaunâtre très-brillant. A mesure qu'elles reprennent leur transparence, on parvient à distinguer que leur membrane intérieure s'était contractée et tellement séparée du sporoderme extérieur qu'elle y était flottante, comme dans un sac trop large.

[1] La plupart des graminées à rhizomes traçants demeurent constamment stériles quand l'élongation de ce rhizome est extrême (exemple : *Agrostis alba*, *Cynodon Dactylon*, *Phragmites communis* etc.). Il en est de même sur beaucoup d'autres plantes, ainsi que sur les Mousses. Un moyen de propagation semble suppléer l'autre (voy. *Annotations à la fl. d. Fr. et d'All.*, p. 112).

On peut appliquer ici ce que M. Alph. De Candolle dit des graines en général: « La durée de la faculté de germer est le plus souvent en raison inverse de la faculté « de germer vite » (*Ann. sc. nat.*, 3e sér. bot., VI, p. 382); car si, d'une part, les spores des Equisetum perdent vite leur faculté végétative, d'autre part cette faculté entre très-promptement et très-facilement en exercice. Dans le papier gris de dessiccation, les spores qui se répandent à côté d'un épi un peu gros, trouvent là assez d'espace et assez d'humidité pour commencer à végéter et à émettre leurs premières cellules. Ce développement s'arrête bientôt, comme on peut le penser; les traces s'en retrouvent à côté des épis desséchés, sous la forme de petites masses pulvérulentes, grisâtres. Si, après un séjour de quelques minutes dans l'eau tiède, ces masses informes sont placées sur le porte-objet, elles laissent voir soit les premières cellules des spores qui ont commencé à se développer, soit d'autres spores qui n'ont pas végété, soit enfin des élatères plus ou moins brisés qui feutraient le tout.

Des spores fraîches, prises au moment de la sporose et répandues sur l'eau ou sur la terre humide, donnent après quelques heures les premiers signes de développement. Elles se gonflent notablement, et les granulations vertes augmentent très-rapidement en nombre et en volume. Un nucléus devient très-visible et présente le plus souvent deux nucléoles; puis au nucléus primitif il en succède ordinairement deux, dont la position est indiquée par les nombreux grains de chlorophylle qui s'amassent à leur circonférence. Au bout d'un jour, la spore se dédouble en deux cellules très-inégales et très-différentes (pl. IX, fig. 12). L'une, de beaucoup la plus grande, contient presque tous les grains de chlorophylle; l'autre, beaucoup plus réduite, n'en renferme qu'un petit nombre, réunis près de la paroi de séparation; le reste de son contenu ne paraît être qu'un mucilage à grains fins. C'est celle-ci qui donnera la première radicelle. Le plus souvent les nucléus sont nettement visibles et se montrent indifféremment contre les parois ou vers le centre; mais souvent aussi je les ai cherchés sans en pouvoir découvrir la plus légère apparence.

Pendant ces premiers développements le sporoderme extérieur, qui s'était un peu élargi d'abord, se brise tout à fait et le jeune sporophyme s'en débarrasse (pl. IX, fig. 14 *a*). Ses débris incolores et ceux des élatères ne sont facilement visibles que lorsqu'ils sont retenus dans des groupes de spores répandues très-dru et se développant très-serrées. Le rôle des élatères paraît être nul dans le développement des spores et se borner à en favoriser la sortie du sporange et la dispersion.

Il est assez ordinaire de voir, dès la fin du premier jour ou dès le second, l'apparition de la première radicelle (pl. IX, fig. 12). Elle se montre d'abord comme une grosse papille, puis comme une extension filiforme de la cellule la plus petite; elle est incolore, diaphane, arrondie à son extrémité inférieure, et offre quelques grains d'apparence mucilagineuse accumulés vers ses deux extrémités. Quoiqu'elle naisse

directement, et sans cloison aucune, de la cellule inférieure, dont elle n'est qu'une extension, la chlorophylle de cette cellule n'y pénètre pas, et, d'abord accumulée contre la paroi de séparation, elle finit par disparaître. La radicelle, évasée à son point d'origine, se rétrécit subitement, et, ainsi que les radicelles qui la suivront, elle est sur toute sa longueur sans aucun diaphragme et d'une grosseur égale. Toutefois j'en ai vu, à des sujets semés sur l'eau, qui présentaient vers leur tiers inférieur des renflements d'un diamètre plus que double, renfermant une matière verdâtre et comme des grains de chlorophylle en voie de formation.

Les premières cellules du sporophyme sont très-riches en chlorophylle, et la parfaite transparence de leurs parois rend très-facile l'observation des granules de cette substance. Dans les premiers jours ils ont ordinairement une forme elliptique, et plusieurs, après qu'on les a fait sortir des cellules et qu'on les a écrasés, laissent voir très-nettement de deux à cinq nucléoles peu transparents, dont la teinture d'iode révèle la nature amylacée. On voit tout aussi nettement une cloison transversale de séparation apparaître entre ces deux nucléoles, et partager ainsi les granules de chlorophylle comme en deux petites cellules, contenant chacune un nucléole. Ce fait a déjà été très-exactement observé et décrit par M. Milde, en 1852 (*Entw. Eq.*, p. 624 et 625). Des faits analogues sont mentionnés par MM. Nägeli (*Zeitschr. f. Botanik*, Heft III, S. 110), Göppert et Cohn (*Bot. Zeit.*, 1849, p. 665), et enfin par M. Hofmeister, qui cite même la chlorophylle des Equisetum (*Vergl. Unters.*, p. 10 et 11, note).

L'apparition des cellules ultérieures manifeste dès le principe une assez grande variété dans la forme de l'ensemble (pl. IX, fig. 13, 14, 15, 16). Elle a lieu, sans ordre bien déterminé, par multiplication le plus souvent transversale d'une ou de plusieurs cellules du sommet, et il n'est pas rare de trouver jusqu'à sept cellules superposées et dues uniquement à ce mode de multiplication. La multiplication longitudinale est moins fréquente et n'a guère lieu que pour les cellules de second degré; mais les cloisons transversales de séparation sont souvent si obliques qu'elles simulent des cloisons longitudinales. Les bifurcations et les ramifications latérales se produisent bientôt et en très-grand nombre. Les premières sont dues ordinairement à la multiplication de deux cellules de l'extrémité, divariquées à leur origine. Les secondes paraissent dues à un dédoublement, qui a lieu tardivement et sur le côté d'une cellule marginale déjà ancienne et surmontée d'autres cellules. La nouvelle cellule latérale est le point de départ d'une expansion en forme de rameau, laquelle suit dans son développement ultérieur le même mode de multiplication que les expansions primitives, qu'elle dépasse souvent en vigueur et en dimension. En général le dédoublement d'une cellule quelconque est précédé, à l'endroit et dans la direction où doit se montrer la cloison de séparation, d'une agglomération de grains de chlorophylle, dis-

posés en forme de bande, comme s'ils étaient repoussés de part et d'autre, bien qu'il soit souvent impossible d'y distinguer des nucléus.

La production des sept ou huit premières cellules est très-rapide, mais il y a ensuite constamment un temps d'arrêt, qui dure presque une huitaine de jours.

A mesure que le sporophyme se développe, de nombreuses radicelles apparaissent sur les cellules les plus rapprochées du sol. Elles ressemblent à la première et sont, comme elle, sans diaphragme. Comme la première encore, chacune de ces radicelles n'est que l'expansion filiforme de la paroi libre d'une cellule. M. Milde, après avoir exposé que les radicelles paraissent d'abord sous forme de papille incolore, puis s'allongent en fil rempli de mucilage, répète, à quatre reprises différentes, « qu'il se forme, entre la radicelle et la cellule qui lui a donné naissance, une cloison de séparation » (*Entw. Eq.*, p. 624, 626, 628, 629). Je n'ai pu rien voir de semblable, comme je l'ai déjà indiqué p. 79, en parlant de la première radicelle. Celle-ci provient de ce que, après le dédoublement de la spore en deux cellules, la paroi libre de la cellule inférieure s'étend successivement en papille, puis en radicelle. Or il en est exactement de même pour les autres radicelles; ce qui est d'autant plus facile à constater que les cellules d'où elles naissent sont plus grosses. J'ai vu sur la paroi libre de ces cellules s'élever une papille incolore et sans chlorophylle, puis cette papille s'allonger en radicelle; j'ai vu en même temps que la cellule d'où elle part perd sa chlorophylle, diminue de largeur à mesure que la radicelle augmente; j'ai souvent constaté que la partie supérieure et dilatée de la radicelle est constituée par le reste de la cellule-mère un peu plus saillante, et tout aussi souvent que cette cellule persiste sous sa forme première à peine altérée; mais je n'ai jamais pu voir se produire une cloison de séparation entre la radicelle et sa cellule-mère, et celle-ci subsister séparée de l'autre, comme cellule devenue indépendante.

La masse du tissu cellulaire du sporophyme ne dépasse point, même sur les plus complets et les mieux développés, quatre millimètres en longueur, et n'offre guère une forme déterminée et définie. Tantôt les sporophymes sont constitués par une expansion multilobulée, plus ou moins digitée et ramifiée, étroite à la base et se dilatant en éventail avec des radicelles sur la moitié de la face inférieure (pl. IX, fig. 17); tantôt cette expansion se relève par les côtés de telle sorte que les lobes et leurs ramifications sont comme latéraux à une région médiane contiguë au sol dans sa moitié inférieure, d'où naissent les radicelles. Ce sont là les formes les plus ordinaires; mais on trouve toutes les variations possibles, avec des radicelles sur tout un côté, ou à la base seulement, ou jusque vers le sommet. On ne trouve donc point dans les sporophymes des Equisetum l'élégante symétrie et les formes déterminées que présentent ordinairement ceux des Fougères. Il y a bien une apparence de symétrie, en ce que sur les deux formes les plus ordinaires et décrites plus haut, on peut remarquer une

ligne médiane, de chaque côté de laquelle s'élèvent les lobes ramifiés de manière à simuler une feuille très-multifide pliée en deux, par exemple une feuille de chicorée frisée (*Cichorium Endivia* L., v^os^ *crispum*); mais il arrive aussi que l'un des nombreux lobules se développe seul dans toutes les dimensions et sans aucune symétrie.

Les différences que présentent les sporophymes suivant les espèces sont si faibles qu'elles ne méritent pas une mention particulière. Je n'ai pu en saisir aucune entre les sporophymes des *E. arvense*, *limosum* et *palustre*. Les sporophymes des *E. maximum* et *sylvaticum* présentent des expansions plus larges et moins divisées; ceux des *E. ramosissimum* et *variegatum* m'ont paru au contraire plus grêles et plus allongés dans toutes leurs parties.

§ 2. *Des anthéridies et des spermatozoïdes*

Cinq semaines environ après les premiers développements des spores, les sporophymes ont atteint une longueur de deux à trois millimètres; et alors, à la pointe terminale des lobules, ou aux pointes latérales voisines on voit apparaître des renflements d'un vert très-intense.

Ces renflements ou épaississements précurseurs des anthéridies sont des agglomérations de plus petites cellules (pl. IX, fig. 20 *a*, *b*, *c*), dues à la division plusieurs fois répétée d'une des cellules du bord du lobule. Cette cellule, qui est la cellule-mère des anthéridies, se distingue tout d'abord par sa forme plus ovoïde et moins allongée, et surtout par sa couleur plus uniformément verte, due à une grande quantité de mucilage avec granulations vertes très-fines. Elle se multiplie en premier lieu par deux divisions longitudinales presque simultanées en quatre cellules se rencontrant à angle droit sur son grand axe (pl. IX, fig. 20 *a*)[1]. Bientôt ces nouvelles cellules se dédoublent transversalement (pl. IX, fig. 20 *b*). Des divisions dans le sens de la longueur s'étendent de nouveau presque du centre à la périphérie (fig. 20 *c'*). Toutes ces cellules en forme de petits prismes, soit triangulaires, soit quadrangulaires, dont la face la plus large est à la périphérie, ne tardent pas à se diviser parallèlement à cette face en deux cellules très-différentes. L'une, située vers le centre, est remplie d'un liquide mucilagineux à grains très-fins, l'autre extérieure, large et plate (pl. IX, fig. 21). L'ensemble de ces dernières constitue la couche extérieure ou l'enveloppe de la jeune anthéridie. Elles offrent d'abord quelques grains de chlorophylle, et sont toujours un peu plus tard remplies d'un liquide diaphane faiblement coloré en vert jaunâtre. Celles du sommet, au nombre de six le plus ordinairement, ne sont remplies que de ce liquide. Quand on observe une anthéridie en cet état ou plus avancée, les cellules extérieures occupant le point le plus élevé et placées pour l'observateur

[1] Je n'ai pu reconnaître le mode de *segmentation* indiqué par M. Hofmeister (*Vergl. Unters.*, p. 100).

à la région centrale de cet organe couché sur le porte-objet, présentent nécessairement leur surface la plus large et leur moindre épaisseur; les cellules des côtés et du sommet présentent au contraire leur face étroite et latérale, et sont vues dans le sens de leur plus grande épaisseur; d'où vient qu'elles paraissent plus étroites et plus colorées que les autres, et qu'elles simulent une zone ou « anneau plus brillant qui entoure l'anthéridie » (Milde, *Spor. Eq.*, p. 15, et *Entw. Eq.*, p. 631). Mais comme cette apparence persiste, dans quelque sens qu'on tourne l'anthéridie couchée, et comme on voit par une coupe transversale que les cellules forment une enveloppe continue et uniforme (pl. IX, fig. 22), il s'ensuit que ce prétendu anneau n'est qu'une apparence résultant de la position des cellules et non la manifestation d'un organe spécial, d'un anneau latéral, qui entourerait l'anthéridie, ainsi que M. Milde l'a cru et figuré[1].

Revenons à notre description. Nous avons vu que l'anthéridie naissante se présente sous la forme d'un renflement ovoïde un peu comprimé, ayant une enveloppe de cellules larges, faiblement colorées en vert, et au centre un groupe de cellules en forme de prismes triangulaires et contenant un liquide peu coloré (pl. IX, fig. 21). Cet état ne dure que peu de temps, un jour ou deux, et bientôt le groupe central se multiplie, par des divisions en tout sens, en une multitude de très-petites cellules, presque cubiques, très-intimement unies, et dans chacune desquelles on voit un globule ellipsoïde, aplati, à contenu liquide (pl. IX, fig. 22). Peu après, les parois de ces cellules, si solidement unies d'abord, disparaissent comme si elles se liquéfiaient; on n'en voit plus aucune trace, et les globules sont isolés en liberté, sans qu'on remarque en eux de changement notable. Ce n'est qu'au bout de quelques jours qu'on voit se dessiner à l'intérieur de ces globules une zone très-transparente, incolore, fixée contre la circonférence du disque, en occupant les trois quarts et y formant un anneau incomplet, dont les extrémités sont un peu et inégalement renflées. L'espace restant est occupé par une masse mucilagineuse, dans laquelle apparaissent des granulations très-fines et d'autant plus nombreuses qu'elles se rapprochent davantage de la zone transparente et incolore (pl. IX, fig. 25). C'est là la première apparence sous laquelle se montrent les spermatozoïdes. Le groupe ovoïde que les cellules-mères forment au centre de l'anthéridie paraît quelquefois sous le microscope comme coloré en rouge tendre, et d'un rouge plus brun à la simple loupe. Cette couleur m'a paru inhérente à la paroi interne de l'enveloppe de l'anthéridie et non aux spermatozoïdes, ainsi que je l'expliquerai plus loin.

[1] « Die ersten Anfänge der Antheridien zeigen sich uns in Gestalt von grünen Kugeln, um welche man einen helle- « ren, aus mehreren tafelförmigen Zellen gebildeten Ring herumgelegt sieht » *Entw. Eq.*, p. 631; tab. LVIII, fig. 38 et 39). M. W. Ph. Schimper a fait voir dès 1857 qu'on avait eu tort d'attribuer un semblable anneau aux anthéridies des Sphagnum (*Sphag.*, p. 41).

Presque simultanément, ou un jour ou deux après l'apparition de ces phénomènes, les cellules terminales de l'anthéridie se disjoignent au centre du sommet et s'écartent en simulant une couronne ouverte (pl. IX, fig. 23 *b*). C'est là le signe évident de la maturité de l'anthéridie, mais ce n'est pas celui de la sortie des spermatozoïdes. Si un sporophyme, chargé d'anthéridies arrivées à ce point, est mis à sec sur le porte-objet, on n'en voit rien sortir, à moins de provoquer par une pression l'expulsion du contenu des anthéridies; mais si on le recouvre d'une goutte d'eau, et surtout si c'est le matin ou le soir, on en verra presque immédiatement les globules sortir par jets régulièrement intermittents (pl. IX, fig. 23 *c* et 24 *c*). Ces globules sont assez gros (pl. IX, fig. 25), et leur diamètre peut être évalué à un centième et demi de millimètre. Leur nombre est très-considérable, et, comme M. Milde, j'en ai trouvé plus de cent cinquante dans chacune des anthéridies où je les ai comptés. Ils sont à peine sortis qu'on les voit frémir, s'agiter et osciller à la façon d'un balancier de montre. La cause de ces mouvements paraît résider dans la zone incolore qui alternativement s'étend et se replie sur elle-même. On a à peine quelques instants pour observer ces oscillations, et l'on voit aussitôt des spermatozoïdes à la place des globules. Telle est, d'une part, la rapidité et, de l'autre, la variété de leurs mouvements qu'il est très-difficile de les suivre et plus facile de dire en détail ce que l'on voit que de décrire d'une manière exacte leurs mouvements et leur véritable forme. Les uns ressemblent à une ammonite en rotation dans un plan horizontal, d'autres à un croissant qui tournerait en rapprochant et étendant alternativement ses deux extrémités. D'autres reproduisent la forme serpentante d'un fouet et s'avancent obliquement en tournoyant (pl. IX, fig. 26, 27). On ne peut distinguer en eux de forme saisissable et déterminée que quand ils s'attachent par une extrémité à quelque point du sporophyme, ce qu'ils font d'ailleurs assez fréquemment. On reconnaît alors les formes que leur ont attribuées d'abord M. G. Thuret, puis MM. Hofmeister et Milde; ce sont celles d'une bande vermiforme tordue en spirale senestre[1]. Le nombre des tours de spire est le plus souvent de deux et demi à quatre; un des tours est très-lâche, et la partie de la bande qui le forme est nue, plus large, mais plus mince; les autres sont extérieurement munis de cils nombreux, courts et forts, qui se remuent avec une extrême vitesse pendant la vie et surtout pendant le mouvement. On ne distingue aucune autre trace d'organisation dans ces petits êtres, dont la substance paraît être mucilagineuse et comme visqueuse. M. G. Thuret représente la partie la plus ténue comme pourvue du côté intérieur d'une membrane mucilagineuse mal terminée (*Zoosp. Alg.*, p. 79,

[1] *Senestre* signifie pour moi le sens opposé à celui du filet d'une vis ordinaire. M. G. Thuret a figuré les spermatozoïdes avec une spirale senestre, M. Milde avec une dextre, et M. Hofmeister avec une senestre (*Vergl. Unters.*, tab. XX, fig. 52, 53, 56), et avec une dextre, o. c., fig. 54, 55; et *Kenntn. Gef. Crypt.* les fig. 1, 6 sont dextres et les fig. 2, 3, 4, 5 sont senestres.

pl. XV, fig. 2); et M. Hofmeister dit expressément : « l'extrémité du fil séminal porte au côté intérieur de la partie hélicoïde un large appendice en forme de nageoire, membrane délicate qui pendant le tournoiement du fil vibre vivement, semblable aux membranes ondulantes que portent les fils séminaux des crapauds et des tritons. Pendant un mouvement tant soit peu rapide des fils séminaux, cette bordure membraneuse est, comme les cils de l'extrémité antérieure, tout à fait invisible; ce n'est que par la paralysie du mouvement vital du fil séminal que l'apparition en devient distincte » (*Keim. Eq.*, p. 385). J'ai bien vu, et cela très-souvent, que, à son tour de spire le plus lâche, la bande du spermatozoïde est plus large et plus mince vers l'intérieur, mais je n'ai pu reconnaître sur cette membrane une forme arrêtée et définie. Les cils sont tout à fait invisibles pendant le mouvement; on les devine, il est vrai, à une sorte de frémissement du liquide autour du spermatozoïde; mais on ne les distingue bien que lorsque celui-ci est tué par l'iode ou qu'il s'attache à un objet par son extrémité non ciliée, laquelle devient alors la plus déliée. Dans le premier cas, le spermatozoïde se roule sur lui-même en forme d'escargot, et les cils paraissent à l'extérieur en irradiant obliquement. Le phénomène est tout autre quand les spermatozoïdes s'attachent par leur extrémité à un point du sporophyme; on voit alors cette extrémité se terminer en un long fil d'une ténuité extrême (pl. IX, fig. 28), et que je n'ai jamais pu voir dans aucune autre position, ni pendant leur vie ni après leur mort. Au premier moment de l'adhérence, cet appendice filiforme paraît assez court; on dirait qu'il s'allonge par suite des mouvements violents auxquels le spermatozoïde se livre comme pour se détacher. On a sous les yeux un effet analogue à ce qui se passe quand on met en contact avec un objet de la cire à cacheter ramollie et qu'on la retire en la faisant filer. De là je conclurais volontiers, avec M. Hofmeister, « que l'extrémité postérieure du fil séminal consiste en une masse molle et sèmi-fluide, qui se colle facilement en un endroit quelconque et s'étire en long fil » (*Keim. Eq.*, p. 386), mais je préfère me borner à signaler ce que j'ai pu voir.

Les organes de locomotion sont les cils vibratiles, et peut-être cette membrane qui, d'après M. Hofmeister, « vibre si vivement pendant le mouvement, » mais ces cils ne sont point les organes directs de la translation. Ils n'impriment aux spermatozoïdes qu'un mouvement de rotation, que leur forme en hélice change nécessairement dans le liquide en un mouvement de translation, dont la vitesse est en rapport direct avec celle de la rotation. Laquelle des deux extrémités est en avant dans le mouvement? C'est ce que je n'ai pu déterminer avec une parfaite certitude. Comme M. Hofmeister (*Keim. Eq.*, p. 385, et *Kenntn. Gef. Crypt.*, p. 169), j'ai vu fréquemment en avant la partie ciliée et étroitement spiralée, mais presque aussi souvent j'ai cru voir la translation s'opérer latéralement ou même dans le sens directement opposé, comme le dit M. Milde, qui appelle « tête la partie dépourvue de cils » (*Entw. Eq.*, p. 633).

Toutes les différences de mouvement et de forme décrites plus haut sont, pour la plupart, des apparences résultant de ce que la translation du spermatozoïde est verticale, ou horizontale, ou oblique. Beaucoup d'autres très-variées sont dues à ce que les spermatozoïdes ne parviennent pas toujours à se débarrasser complétement du globule discoïde qui les contient. Tantôt ils ne sortent que leur moitié la plus large, entraînent avec eux le reste du globule et ressemblent à des lézards à queue spiralée; tantôt c'est l'autre moitié qui sort avec un ou deux tours de spire; d'autres fois, et très-fréquemment, les cils seuls sortent d'une fente des bords et fonctionnent comme des rames pour imprimer au globule un rapide mouvement de rotation sur lui-même (pl. IX, fig. 28 *b*). Enfin, si à la forme qui semble la forme normale de ces êtres l'on veut rattacher l'apparence qu'ils offrent quand ils sont encore dans le globule, c'est-à-dire celle d'un anneau diaphane étroit et ouvert, avec ses deux extrémités renflées, mais sans aucun indice de cils ou de spirale, on le peut en se représentant le spermatozoïde étendu contre la circonférence du globule discoïde et les cils vibratiles couchés contre la paroi marginale. L'extrémité dénuée de cils et un peu plus large constitue le moindre renflement, et la partie opposée, ultérieurement roulée en spirale serrée et alors repliée vers l'intérieur, constitue la plus renflée des deux extrémités. Le reste de la cellule serait alors occupé par la masse mucilagineuse et à grains fins des figures de M. G. Thuret, qui est la nageoire de M. Hofmeister.

Après la mort, les spermatozoïdes se contractent et reprennent une forme assez analogue à celle qu'ils présentaient dans leur globule. On ne voit plus de spirale, mais un anneau ouvert, obtus à ses extrémités, avec cils à l'extérieur et membrane mal définie à l'intérieur; le tout est coloré en roux clair. Cette couleur est aussi celle que prennent les cellules-mères et leur contenu, si, avant l'émission de ce dernier, elles sont frappées de mort dans l'anthéridie. Comme je n'ai jamais pu trouver aucune couleur au spermatozoïde vivant, et que cette couleur roux clair est généralement celle qui, aussitôt après la sortie des globules à spermatozoïdes, affecte la paroi interne des cellules formant l'enveloppe de l'anthéridie, j'incline à croire que la faible couleur rouge que l'on voit à la masse des spermatozoïdes avant leur sortie ne leur appartient pas, mais est due à un commencement d'altération dans la couleur de cette même paroi. Après l'émission de son contenu, l'anthéridie revêt une couleur de plus en plus foncée, et finit par former, au sommet des lobules, de petites boules de la couleur brune des feuilles mortes. Cette couleur se communique rapidement aux cellules voisines, et, comme les sporophymes anthéridifères ne se composent que d'une ou de deux expansions de tissu cellulaire et que leur chlorophylle tire un peu sur le jaune, ils ont très-vite un aspect maladif.

Quant à ce que deviennent les cellules ou plutôt les globules, après que les spermatozoïdes s'en sont dégagés d'une manière normale et complète, je l'ignore; je n'ai

jamais vu la moindre trace de ces cellules vides, soit que ce qui en subsiste se fonde dans l'eau, soit que la parfaite transparence et l'extrême ténuité de leurs restes les dérobent à notre vue, soit enfin qu'il n'y ait pas de restes appréciables et que la cellule soit résorbée à mesure que se forme le spermatozoïde. J'incline d'autant plus vers cette opinion, qu'au moment de leur apparition en liberté, je n'ai jamais vu les spermatozoïdes *sortir* de leur cellule et la laisser, mais ces cellules semblent s'ouvrir et se transformer en spermatozoïdes. Ceux qui restent engagés en partie dans leur cellule seraient alors ceux qui sont incomplets et qui ne l'ont pas résorbée tout entière. L'action de l'eau, qui facilite le dégagement des spermatozoïdes, pourrait aider à cette résorption. Les globules à spermatozoïdes sont au premier moment de leur sortie de l'anthéridie entourés d'une atmosphère mucilagineuse, car des infusoires que je plaçais à dessein sur le porte-objet, en passant à distance, les entraînaient dans leurs mouvements. Mais au bout de quelques minutes il n'en était plus ainsi, et cette sorte d'atmosphère visqueuse s'était dissoute.

L'émission des globules hors de l'anthéridie est accompagnée de celle de granulations opaques, comme grisâtres, très-fines et douées d'un mouvement moléculaire très-rapide. Ce mouvement paraît durer indéfiniment; il résiste à l'action des acides, de l'iode, de l'alcool etc.; s'il cesse avec l'évaporation de l'eau, il reparaît avec la présence d'un liquide etc. Il n'en est pas du tout ainsi du mouvement des spermatozoïdes; il n'a qu'une durée limitée, et, avec tous les soins possibles, je ne l'ai pas vu durer au delà de huit heures. Il cesse avec leur vie, et leur vie cesse à la première atteinte de dessiccation ou au moindre contact d'un des réactifs cités plus haut, et une fois que ce mouvement s'est arrêté sur des spermatozoïdes morts ou tués, il ne reparaît jamais. Il n'est donc point un simple mouvement moléculaire, mais bien un vrai mouvement vital. C'est pourquoi, malgré des autorités imposantes[1], j'ai conservé très-expressément le nom de SPERMATOZOÏDE, voulant marquer par là la parfaite identité de fonctions entre les êtres fécondateurs des végétaux et les êtres fécondateurs des animaux. La vie est partout la vie, toujours identique à elle-même; les différences ne sont que de degré, non de principe et d'essence.

[1] En 1822, Fréd. Nees von Esenbeck décrivit le premier le mouvement hélicoïde des spermatozoïdes des Sphagnum. On a successivement proposé pour ces petits êtres les noms de *bryozoaires* et de *phytozoaires*. MM. Derbès et Solier, qui avaient adopté d'abord le nom de *spermatozoïde*, l'ont ensuite, «pour se conformer au vœu de l'Académie des «sciences, changé en celui d'*anthérozoïde*» (*Phys. Alg.*, p. 3, note); nom qui paraît plus convenable à M. G. Thuret «en ce qu'il ne préjuge rien sur le rapport de ces corpuscules avec les spermatozoïdes des animaux» (*Zoosp. Alg.*, p. 76). M. W. Ph. Schimper, après avoir parlé des mouvements des «anthérozoïdes» des Sphagnum, ajoute: «Je ne «veux pas dire par là que j'attribue à ces êtres une vie animale, ni que je les considère même comme des animal-«cules; j'ai renoncé expressément à la dénomination de *spermatozoïde*, dont je m'étais servi autrefois, pour éviter «toute équivoque. La vie végétale peut avoir aussi ses mouvements!» (*Sphag.*, p. 45).

§ 3. *Des archégones*

Au temps où des anthéridies bien développées couronnent l'extrémité des lobules des sporophymes, on peut remarquer que quelques-uns de ceux-ci, d'un aspect plus vert et plus vigoureux, en sont presque constamment privés. En examinant ces sujets qui semblent stériles, on trouve que la partie supérieure de leur expansion foliacée est très-chargée de chlorophylle, plus dilatée, plus ramifiée et plus lobulée que sur les autres, et qu'elle offre plus particulièrement l'aspect cité plus haut d'une feuille de chicorée frisée pliée en deux; la partie médiane inférieure est très-épaisse, comme charnue, et composée de cellules plus petites que celles des ramifications latérales. Cette épaisseur atteint même quelquefois la partie inférieure de ces ramifications (pl. X, fig. 1 *b*).

Si, au moyen d'un grossissement médiocre, on explore avec un peu d'attention toute cette région épaissie vers la base des ramifications lobulées, on sera tout d'abord frappé par la vue de plusieurs petits *matras*, à ventricule globuleux, à col allongé et étroit, terminé par un large évasement quadrilobé d'une charmante élégance. Le tout est coloré en roux clair, ce qui le fait trancher sur le reste et permet de le distinguer avec une parfaite netteté (pl. X, fig. 1 *k*). Le ventricule est entièrement engagé dans le tissu à petites cellules, et il contient le plus souvent un corps plus ou moins sphérique, qui le remplit presque en entier (pl. X, fig. 2, 3). Le col, qui n'est qu'une colonne creuse composée de quatre rangées longitudinales de cellules un peu plus grosses, offrant rarement quelques granulations vertes, est également vers sa base engagé dans le même tissu, et sa zone supérieure est la seule à s'élever au-dessus. Les cellules du ventricule semblent donc faire partie du tissu enveloppant; sur celle de leurs faces qui constitue la paroi du ventricule et qui est pentagonale, elles sont colorées en roux (pl. X, fig. 3 *e*). Il en est de même des cellules du col; elles ne sont colorées en roux que sur la face longitudinale très-étroite, qui n'est point en contact avec les autres, et forme le canal du col (pl. X, fig. 3 *f*); les supérieures seules sont en même temps colorées sur leur face supérieure et tout à fait libre; ce qui simule le gracieux évasement quadrilobé dont j'ai parlé (pl. X, fig. 3 *a* et *a'*). Le plus souvent cependant la partie supérieure de ces cellules, au lieu d'être colorée et de former une rosace roux brun, est surmontée par des appendices aplatis, repliés en dehors, allongés en forme de petites feuilles, et quelquefois si grands qu'un seul égale tout l'appareil coloré (pl. X, fig. 2). Leur nombre varie de un à quatre. Un peu d'attention les fait reconnaître pour des cellules longues, à parois minces et flasques, et leur présence au-dessus des parois le plus souvent colorées indique de suite que

cette coloration en roux n'est point due à une membrane spéciale tapissant les parois du col et du ventricule. On voit d'ailleurs cette coloration s'étendre assez avant jusque dans les commissures des cellules du col et du ventricule, ce que ne ferait pas une membrane.

Ces petits *matras*, avec toutes ces apparences, ne sont autre chose que les archégones. Il me reste à en exposer le mode d'apparition, et à suivre dans ses diverses phases le développement qui précède et amène les apparences ci-dessus décrites, et sous lesquelles les archégones se révèlent tout d'abord au regard de l'observateur. Ils indiquent ainsi la région où l'on doit en chercher la première apparition.

Si donc, à l'époque du complet développement des premières anthéridies, dont l'apparition est toujours plus précoce que celle des archégones, on explore avec un fort grossissement la surface de la région charnue des sporophymes les plus vigoureux, vers la base des ramifications lobulées, on y verra une cellule qui se distingue de ses voisines par sa forme plus sphérique et surtout par son contenu, qui, bien que renfermant des granules de chlorophylle, est très-riche en matière mucilagineuse à granulations très-fines (pl. X, fig. 4). Cette cellule est une cellule-mère d'archégone. Il y en a ordinairement sur un même pied un nombre assez grand (environ une vingtaine), à divers degrés de développement, pour que leur étude comparée révèle la série de leurs modifications successives, ainsi qu'il suit.

La face extérieure et libre de cette cellule s'élève au-dessus des autres en formant une saillie considérable, et bientôt deux forts nucléus amènent son partage en deux cellules superposées (pl. X, fig. 4). L'inférieure, engagée dans le tissu du sporophyme, deviendra la cellule ventrale de l'archégone, et la supérieure en constituera le col par ses divisions successives.

La première de ces divisions est verticale, et chacune des deux cellules qu'elle détermine est immédiatement doublée par une division à angle droit avec la précédente (pl. X, fig. 5). Et comme en même temps la cellule inférieure ou ventrale s'est développée en hauteur, aussi bien que les quatre nouvelles cellules qui la recouvrent, cet ensemble constitue alors des élévations faciles à reconnaître et à distinguer, tant par la forme spéciale que par l'aspect hyalin des quatre cellules supérieures, contrastant par l'absence de chlorophylle avec le contenu plus foncé de la cellule ventrale. Bientôt chacune des quatre cellules se dédouble deux fois de suite par division horizontale, de manière qu'il s'élève au-dessus de la cellule ventrale une colonne de quatre couches de cellules superposées, chaque couche composée de quatre cellules se rencontrant à angle droit sur une ligne centrale (pl. X, fig. 6 et 7). Les quatre terminales ou supérieures ne se divisent plus, mais s'étendent si considérablement en longueur qu'elles égalent à elles seules tout l'ensemble des autres, et constituent les longs appendices cités précédemment; les trois couches qui sont au-dessous ne se subdivisent plus et

s'étendent aussi en longueur, mais de moins en moins, et celle qui recouvre la cellule ventrale non-seulement reste plus petite, mais est atteinte par le dédoublement qui divise les cellules environnant immédiatement la cellule ventrale. Elle se confond donc avec ces cellules, qui, déjà petites, sont par leur subdivision réduites à n'avoir plus que le sixième ou le huitième du diamètre des cellules ordinaires; ainsi, d'une part, est constitué autour de la cellule ventrale un tissu d'une ou de deux couches de petites cellules, et, d'autre part, le col de l'archégone semble presque toujours composé seulement de trois couches de quatre cellules (pl. X, fig. 7).

Pendant la formation du col, la cellule ventrale se modifie elle-même, et aux premières divisions du col correspond dans cette cellule l'apparition d'abord de deux nucléus (pl. X, fig. 5), puis d'une cellule à la place du nucléus supérieur, qui occupe la partie fortement voûtée (pl. X, fig. 6). Cette nouvelle cellule est la cellule reproductive et le point de départ du pseudembryon et de la nouvelle plante. Peu à peu elle se développe en refoulant et comprimant le reste du contenu de la cellule et le nucléus inférieur; de l'un et de l'autre il ne reste bientôt plus qu'une mucosité granuleuse déposée à l'extérieur de cette cellule (pl. X, fig. 7).

C'est à ce moment que les quatre rangées longitudinales de cellules formant le col se séparent un peu à leur angle commun de contact, et leur écartement constitue ainsi, suivant l'axe du col, un canal étroit à quatre faces conduisant à la cellule reproductive (pl. X, fig. 2 *a'* et 3). En même temps les quatre longues cellules terminales se courbent plus ou moins en dehors (pl. X, fig. 2, et 7 *bis*); elles sont alors entièrement incolores, hyalines et dénuées de chlorophylle, ainsi que les autres cellules du col et que les petites cellules qui entourent la cellule reproductive à la manière d'un épithélium.

C'est sous cette forme que l'archégone est définitivement constitué et prêt à la fécondation. Je parlerai des modifications qui suivent, après avoir dit quelques mots sur le sexe des sporophymes.

Des observations très-nombreuses et très-souvent répétées sur des sporophymes provenant des semis des *E. maximum*, *sylvaticum*, *arvense*, *limosum*, *palustre*, *ramosissimum* et *variegatum*, et un certain nombre faites sur des sporophymes spontanés de l'*E. arvense*[1], m'ont permis de reconnaître qu'en général les sporophymes qui portent des archégones nombreux et bien développés ne portent point d'anthéridies, et que, sur plusieurs centaines de pareils sujets, à peine en trouve-t-on un ou deux portant des anthéridies. La tendance à la diœcie n'est pas réciproque pour les sporophymes anthéridifères, et il n'est pas rare de trouver des archégones vers la base de

[1] J'en ai pour la première fois trouvé des milliers dans une tourbière près de Haguenau, le 22 juillet 1860, en compagnie de mon excellent ami, M. Billot.

leurs rameaux; mais ces archégones m'ont tous paru stériles. M. le docteur Milde a constaté aussi que les cas de diœcie sont les plus ordinaires (*Entw. Eq.*, p. 638). M. Hofmeister, qui avait remarqué des archégones sur un sujet chargé d'anthéridies, a constaté et expliqué le fait en ces termes : « Les *prothallium* de l'*E. arvense* montrent une tendance tout à fait marquée vers la diœcie. Les individus qui portent des anthéridies en sont richement pourvus; ils n'ont point d'archégones ou n'en ont que très-tard et isolément sur des rejetons qui paraissent après coup sur les vieilles parties du *prothallium*, et qu'il est permis de considérer comme des individus propres » (*Keim. Eq.*, 1852, p. 387). J'ai pu moi-même constater plusieurs fois cette différence d'âge évidente entre l'ensemble d'un sporophyme et un rameau de même sexe ou de sexe différent. Ces rameaux, qui naissent tardivement sur de vieux sujets dont la partie inférieure et contiguë au sol est à moitié détruite, sont tout à fait analogues à ces expansions cellulaires qui naissent aux bords des vieux sporophymes de Fougères. On peut bien « les considérer comme des individus nouveaux » (Hofmeister, *Kenntn. Gef. Crypt.*, p. 170); mais il est moins facile de s'expliquer comment ils sont d'un sexe différent[1].

Le voisinage immédiat ou l'entrelacement des rameaux de sporophymes de sexe différent, conséquence de la réunion ordinaire des spores par l'enchevêtrement de leurs élatères, remédie à l'obstacle que la diœcie semblerait apporter à la fécondation des archégones par les spermatozoïdes. Grâce à cette intimité de voisinage, une goutte de pluie ou de rosée permet aux spermatozoïdes de gagner par leur mouvement de natation les archégones qu'ils ont à féconder, et le rapprochement est encore facilité par la force d'éjaculation qui les lance, même sur le porte-objet, jusqu'à deux millimètres de l'anthéridie.

Maintenant comment les spermatozoïdes pénètrent-ils dans l'archégone pour y exercer la mystérieuse influence fécondatrice? C'est ce que je n'ai pu voir. Je les ai bien vus sortir des anthéridies avec plus de vigueur et de spontanéité le matin et le soir, aux heures de la rosée nécessaire à leurs mouvements de translation, rosée que je remplaçais par une goutte d'eau; j'en ai vu un grand nombre se présenter à l'orifice évasé de l'archégone et s'y attacher par leur extrémité filiforme; j'en ai trouvé de morts

[1] M. Hofmeister, après avoir constaté les différences de vigueur et de couleur qui permettent à un œil exercé de distinguer du premier coup les sporophymes mâles des sporophymes à archégones, expose qu'il « y a identité de grosseur entre les spores d'où naissent des prothallium mâles et celles qui se développent en prothallium femelles. » Puis le même savant ajoute : « Les influences extérieures me paraissent avoir une certaine action sur le sexe du prothallium en voie de germination. Un lieu plus sec, plus éclairé paraît sur l'*E. arvense* favoriser le développement d'anthéridies » (*Kenntn. Gef. Crypt.*, p. 171). L'observation ne m'a rien appris sur ce point; j'incline volontiers à croire que l'action des circonstances extérieures se borne à arrêter ou à favoriser le développement des sporophymes de l'un ou de l'autre sexe, dont la vigueur est d'ailleurs si différente, sans aller jusqu'à une influence de détermination de sexe sur un sporophyme en végétation.

dans le canal du col, mais je n'en ai jamais vu au moment de leur entrée ni observé de vivants dans le canal qui conduit à la cellule reproductive.

Les premières modifications qui suivent la fécondation consistent: 1° en une augmentation du volume de la cellule reproductive; 2° dans la disparition de son nucléus; 3° dans la multiplication des cellules du tissu qui l'enveloppe, multiplication qui rend ce tissu plus serré et amène l'occlusion de la base du canal du col. A ces changements succèdent ceux de la cellule elle-même. Elle contient trois ou quatre nucléus (pl. X, fig. 7), qui aboutissent presque simultanément à sa division en trois ou quatre cellules, dont une supérieure séparée par une cloison qui paraît plus ou moins oblique sur l'axe de l'archégone, et deux ou trois inférieures séparées au moyen de cloisons presque perpendiculaires à la première (pl. X, fig. 8 et 9).

Quand le développement de la cellule reproductive est normalement établi, le col de l'archégone paraît frappé de mort, et les parois de son canal prennent la couleur feuille-morte ou roux brun qui distingue sur les sporophymes les organes qui ne fonctionnent plus, comme les anthéridies vides et toutes les cellules où la vie s'est arrêtée. Les quatre cellules terminales, longues et recourbées, deviennent flasques, se détachent des autres et tombent[1]; le col entier s'affaisse, se déforme plus ou moins et se colore légèrement en brun aux commissures de ses cellules.

Les archégones non fécondés, et ce sont de beaucoup les plus nombreux, se déforment moins, mais ils subissent dans leur aspect des changements de coloration plus prononcés encore. La cellule ventrale et son contenu, la paroi des cellules du tissu ambiant qui forme le ventricule, le canal du col se colorent en roux très-foncé; les longues cellules terminales tombent l'une après l'autre, et les faces supérieures des quatre cellules du col qui les supportaient, se colorant en roux très-foncé, offrent ainsi l'aspect d'une rosace quadrilobée. Cet ensemble de parties colorées constitue ces petits *matras* si reconnaissables que j'ai dû commencer par décrire, parce que ce sont eux que l'on voit d'abord le plus facilement, et que, je le répète, ils indiquent la région où l'on doit chercher les archégones en voie de formation, toujours beaucoup moins apparents.

Dans sa Description des archégones de *l'E. Telmateia*, M. Milde place ces organes «*sur le bord* d'une excroissance à petites cellules, moins divisée, mais plus foliacée que le *proembryon* à anthéridies,» et les décrit comme composés «à l'état parfait de huit cellules» (*Arch. Eq. Telm.*, p. 497 et suiv.). Ces expressions et les figures à l'appui pourraient faire croire d'abord que la forme des archégones varie notablement

[1] La chute de ces cellules terminales offre une remarquable analogie avec ce qui se passe sur les anthéridies et sur les archégones d'autres cryptogames. « Au moment où l'ovule (de l'anthéridie) se rompt pour chasser son contenu, on « voit des cellules se détacher de l'orifice nouvellement formé » etc. (W. Ph. Schimper, *Sphag.*, p. 42).... « Les cellules « du sommet (des archégones) se gonflent.... quelques-unes se détachent complétement et tombent » (o. c., p. 48).

selon les espèces; mais l'observation des archégones de l'*E. maximum* et des autres, à leurs divers états de développement, permet de reconnaître que le savant botaniste de Breslau avait vu et décrit des archégones encore non complétement développés, et que leur position et leurs formes sont identiques sur toutes nos espèces.

§ 4. *Du pseudembryon et de la jeune plante*

J'ai mentionné ci-dessus, p. 107 et 109, l'apparition et les premières divisions de la cellule dont le développement constitue successivement le pseudembryon et la nouvelle plante.

Une suite de divisions, commençant à la partie inférieure et s'opérant au moyen de cloisons longitudinales et transversales toutes perpendiculaires aux faces extérieures, constitue l'axe primaire du pseudembryon, ainsi composé d'abord d'un petit nombre de cellules aboutissant toutes à la périphérie (pl. X, fig. 9). Un peu plus tard il apparaît un groupe de cellules internes par la formation de cloisons parallèles à la périphérie (pl. X, fig. 9). Aussitôt que ce groupe a paru, une de ses cellules latérales (pl. X, fig. 9 *t*) devient, par une suite de divisions analogues aux premières ci-dessus décrites, le siége d'une rapide multiplication de cellules; c'est le point de départ d'un axe secondaire, du premier rejeton latéral du pseudembryon, rejeton qui arrivera à l'air libre et produira des gaînes, tandis que l'axe primaire du pseudembryon s'arrêtera dans son développement. La multiplication des cellules de ce rejeton marche avec rapidité; elles poussent d'abord en avant les cellules de la périphérie du pseudembryon, puis les écartent[1]. A partir de ce moment les cellules terminales supérieures du pseudembryon se développent peu ou point du tout, tandis qu'au contraire la partie de l'axe primaire située au-dessous du point d'origine de l'axe secondaire ou rejeton latéral s'accroît considérablement en grosseur, et que l'axe secondaire lui-même se développe avec une force et une rapidité extrême. Il en résulte que le rejeton

[1] M. Hofmeister fait naître le rejeton latéral non point d'une des cellules du groupe central, mais d'une des cellules de la périphérie, alors que le pseudembryon n'a point encore de groupe central, mais seulement quatre cellules, et il dit très-expressément: «Une multiplication de cellules suivant une loi analogue commence dans l'une des cellules latérales du rudiment d'embryon à quatre cellules.... Il en résulte un rejeton latéral» etc. «Eine ähnlichen Regeln «folgende Zellenvermehrung beginnt in der einen seitlichen Zelle des vierzelligen Embryo-Rudiments.... Es wird «dadurch eine seitliche Sprossung des Embryo-Kügelchens gebildet....» (*Kenntn. Gef. Crypt.*, p. 174 et 175).

Ce texte d'un éminent observateur m'a suscité bien des doutes sur ce que je croyais voir et m'a fait bien souvent recommencer mes observations; mais j'ai vu avec tant de clarté et si constamment les choses se passer comme je les ai exposées que j'ai dû les dire comme je les voyais. Sur des sporophymes de semis et sur d'autres spontanés et très-vigoureux, recueillis à Haguenau, j'ai pu reconnaître avec une complète évidence que les cellules de la périphérie étaient repoussées en dehors par la multiplication d'une des cellules sous-jacentes du groupe central.

secondaire repousse de côté la partie supérieure de l'axe primaire du pseudembryon, prend de plus en plus la direction verticale, atteint presque la base oblitérée du canal du col, et finit ainsi par occuper lui-même le sommet de la masse cellulaire à peu près sphérique, dont il constitue presque toute la moitié supérieure, tandis que la partie inférieure appartient encore au pseudembryon ou axe primaire.

A ce moment, au point opposé et un peu inférieur à celui où avait commencé l'axe secondaire, une des cellules du groupe interne du pseudembryon se multiplie et se constitue en une petite bosse demi-sphérique, qui repousse et sépare bientôt les cellules de la périphérie. C'est la première racine latérale répondant au premier rejeton latéral (pl. X, fig. 9 *r*).

A mesure que la masse totale se développe, elle rejette de côté tout le col de l'archégone devenu flasque et déformé (pl. X, fig. 10); puis elle distend tout cet espace, que j'ai appelé le ventricule de l'archégone, et repousse les cellules ambiantes du sporophyme, lesquelles continuent encore souvent à se diviser. Soumises à cette double pression, les cellules du sommet primitif de l'axe primaire perdent successivement leur matière verte et leur forme, et finissent sans doute par être liquéfiées et résorbées, car elles disparaissent entièrement. Les autres cellules de la périphérie du pseudembryon semblent d'abord, par l'effet de la même pression, se coller et s'unir à celles du sporophyme, puis elles cessent d'être distinctes. Le pseudembryon ou l'axe primaire paraît alors avoir terminé son développement; le rejeton latéral et la racine latérale constituent à eux deux un nouvel axe, axe secondaire qui est la nouvelle plante. Ainsi, on ne peut point dire du premier développement des Equisetum ce qui nous est enseigné de celui des végétaux dicotylédonés, qu'ils ont un axe unique, « dont les deux extrémités sont entraînées par un double mouvement de polarité dans « une direction opposée, la tigelle et la gemmule vers le zénith, et la radicule vers le « centre de la terre » (A. Richard, *Préc. bot.*, p. 291, 1852). Dès les premiers développements de la cellule reproductive ou pseudembryon, les deux extrémités opposées de l'axe primaire s'arrêtent dans leur croissance, et ce sont des appendices latéraux ou axes secondaires qui remplacent, l'un la tigelle, l'autre la radicule. Il nous reste à en suivre le développement ultérieur.

Bien que celui de la petite racine ne soit ni le premier ni le plus rapide, c'est de lui que je parlerai d'abord, parce que, ce développement étant une fois mentionné, sa complète uniformité et sa parfaite identité avec celui des plantes adultes me dispenseront d'y revenir.

La racine croît donc en longueur exactement de la même façon que les racines de la plante adulte; elle s'avance directement dans le tissu du sporophyme, le disloque et pénètre dans le sol, où elle s'enfonce assez rapidement. Par sa force et par sa composition cellulaire, qui la rend opaque, elle se distingue au premier coup-d'œil des

radicelles simples et transparentes du sporophyme. Comme les racines ordinaires des rhizomes, elle se compose d'un épiderme très-distinct, à cellules longues, tétragonales, à parois lisses et brunâtres, donnant naissance à des radicelles plus nombreuses et plus petites que les radicelles ordinaires des sporophymes (pl. X, fig. 1 *d*). Au-dessous de l'épiderme est un cylindre de cellules moins fortes, moins longues, au milieu desquelles s'étend, mais non jusqu'à l'extrémité, un faisceau de vaisseaux spiro-annulaires, toujours incomplétement formés, dont les anneaux vont en s'espaçant de plus en plus et finissent par disparaître en se rapprochant de l'extrémité inférieure, laquelle est recouverte d'une piléorhize. Il y a donc, à tous égards, identité entre cette racine et les racines ordinaires des rhizomes.

Le sommet végétatif du rejeton latéral ressemble également de très-bonne heure, tant par sa forme que par sa loi de multiplication, au sommet végétatif d'une tige d'Equisetum adulte. On y distingue avec netteté la grande cellule terminale et le mode de division qui détermine l'agencement des cellules de second degré en ceintures circulaires superposées. Et aussi de la même manière que sur les bourgeons naissants des plantes adultes, il apparaît au-dessous de la petite masse cellulaire terminale un bourrelet annulaire de deux couches de cellules, et sur ce bourrelet se montrent trois inégalités, lesquelles sont le point de départ des dents de la première gaîne dont le bourrelet était la première apparition (pl. X, fig. 10 *b*). Cette première gaîne n'est qu'une gaîne basilaire, ainsi qu'on peut le reconnaître plus tard à ses dimensions définitives, à sa contexture et à sa couleur (pl. X, fig. 1 *f*). Et enfin les mêmes lois d'évolution président à l'apparition des autres entre-nœuds de la jeune plante.

Il est très-facile de suivre sur les jeunes plantes de quelques millimètres de long la formation des vaisseaux, et de voir dans les cellules apparaître des anneaux isolés et espacés, entre lesquels il s'en développe d'autres, jusqu'à ce qu'après la résorption des extrémités des cellules ils constituent un tout régulièrement espacé. La petite tige, constamment formée d'entre-nœuds à trois côtes et dès lors de gaînes à trois dents, contient trois faisceaux vasculaires, dont la position répond à celle qu'ils occupent dans les plantes adultes. La jeune racine, comme la racine des sujets adultes, n'en présente qu'un seul, central et composé de deux ou trois vaisseaux inégaux en grosseur.

Il m'a paru important d'opérer des coupes pour reconnaître le mode de transition des faisceaux vasculaires de la jeune tige au faisceau de la racine, et ces coupes m'ont permis de constater qu'à la région où cessent les faisceaux de la tige et où commence celui de la racine, il n'y a pas continuité des premiers au dernier, mais bien une interruption constituée, comme dans les nœuds d'une plante adulte, par un petit plan de courtes cellules rayées ou spiralées (pl. X, fig. 12). Ce plan est oblique, et son obliquité répond à celle qu'a dû prendre le pseudembryon.

L'ensemble de ces faits nous révèle :

1° Que la disparition du pseudembryon ou axe primitif n'est pas si complète qu'elle le semble d'abord;

2° Que ce qui a complétement cessé d'exister est seulement le sommet végétatif de cet axe primitif, mais que le développement de sa masse cellulaire centrale et de sa moitié inférieure a constitué un véritable nœud, offrant, comme ceux d'une plante adulte, de courtes cellules rayées;

3° Que de ce nœud persistant sont issus deux appendices latéraux : d'une part, un rameau qui a été la première tige, et, de l'autre, la première racine;

4° Que ces deux parties, la petite tige et la première racine, ne sont pas des parties d'un seul et même verticille.

En effet, comme nous l'avons vu p. 4, 10 et 70, les racines de la plante adulte, quelle que soit la région où elles apparaissent, rhizome ou partie inférieure des tiges aériennes, n'occupent jamais la place des rameaux articulés ni celle des tubercules, mais elles émergent un peu au-dessous, constituant ainsi aux nœuds un double verticille d'appendices latéraux. La première petite tige n'est qu'un des rameaux du premier verticille, qui doit se développer au nœud primaire que constitue la partie centrale du pseudembryon, et la racine, en apparence opposée, est la première du verticille de racines infraposé. Comme la première tige prend la direction verticale ascendante, en même temps que la première racine prend la direction verticale descendante, la masse du pseudembryon, cédant à cette double traction, s'incline presque horizontalement, et son nœud central prend une direction rapprochée de la verticale. Il suit de là :

1° Que lorsque plus tard naîtront du même nœud des bourgeons adventifs, appartenant au même verticille, ceux qui apparaîtront à côté de la première tige seront forcés de prendre une direction plus ou moins horizontale;

2° Que celui qui sera opposé à la première tige et superposé à la première racine sera forcé de prendre sa direction et son extension plus ou moins au-dessous de la surface du sol, sinon tout droit en bas. Il formera ainsi le premier rhizome qui assure la pérennité de la plante. C'est aussi ce qui arrive; et tout rejeton latéral, souterrain ou aérien, qui succède au premier, est ordinairement plus vigoureux que lui.

Bischoff, dans son excellent mémoire Sur le développement des Equisetum provenant des spores, avait remarqué la production des tiges nouvelles autour de la première tige, et la différence de grosseur « entre ces nouveaux rejetons qui se dirigent vers le sol et la première tige qui reste toujours grêle dans son développement » (*Entw. Eq.*, p. 790). Mais de ce que ces tiges prennent quelquefois une direction assez inclinée pour paraître s'enfoncer verticalement dans le

sol[1], il avait tiré la conclusion suivante : « Il paraît donc que les Prêles ne montrent qu'une seule fois dans leur vie une croissance dans deux directions opposées;.... il n'y a dans ces plantes de polarité de croissance, bien manifeste sur deux organes principaux, que dans la première période du développement, et elle disparaît ensuite pour toujours dans la végétation ultérieure » (o. c., p. 795).

Nous croyons cette conclusion inexacte au moins dans les termes, en ce qu'elle ferait supposer l'existence d'un « caudex » articulé faisant suite immédiate à une tige d'axe primitif, et n'étant que le prolongement descendant de l'axe de cette tige.

Il nous semble aussi que M. le docteur Milde n'a pas été plus exact en qualifiant la première racine de *véritable racine principale* : « Diese Wurzel, eine wahre Haupt- « wurzel.... » (*Entw. Eq.*, p. 638); et en terminant ses nouvelles observations par ces mots : « J'ai observé aussi la véritable racine pivotante de la jeune plante » (*Arch. Eq. Telm.*, p. 500, 1852, et aussi *Gef. Crypt. Schl.*, p. 415, 1857). M. Milde ajoute chaque fois que cette racine pivotante périt bientôt après l'apparition de jeunes rhizomes qui la remplacent dans ses fonctions de nutrition (*Entw. Eq.*, p. 638, et *Gef. Crypt. Schl.*, p. 415). J'ai pu constater qu'elle dure aussi longtemps que les autres et même se ramifie souvent[2].

Il est juste d'ajouter que ces deux excellents observateurs, à l'époque où ils émirent ces assertions, n'avaient pas encore été assez heureux pour rencontrer un pseudembryon dans sa première période de développement. Ils n'avaient vu que la jeune plante déjà assez avancée. Comme c'est à cet état qu'il est le plus ordinaire et le plus facile de la trouver, je crois qu'il peut être utile de donner ici une description de la jeune plante telle qu'elle est quand elle se montre distinctement sur le sporophyme, et de faire voir comment chacune de ses apparences et de ses parties se rattache, en le continuant, au développement ci-dessus décrit.

Si, après la mi-juillet pour les *E. arvense*, *maximum*, *sylvaticum*, et sept ou huit

[1] « Bientôt à la base se produit une seconde petite tige qui, en s'élevant au-dessus du coussinet (sporophyme), prend dès le commencement une direction presque horizontale et s'étend tout près de la surface du sol, fig. 13. Cette seconde tige est bientôt suivie de plusieurs autres, se développant toujours autour du point du coussinet, qui est le premier nœud de la petite plante de germination, fig. 14 (p. 789).... La tendance de ces nouvelles tiges à prendre une direction rampante s'accroît au point que l'extrémité d'une ou de plusieurs se dirige directement en bas et s'enfonce dans le sol pour former le caudex souterrain articulé, fig. 14 *a*; fig. 15 » (o. c., p. 790).

[2] Au même lieu le même savant décrit et figure, pl. 59, fig. 48, le premier développement de la jeune plante comme « un cylindre creux, vert, *divisé en six dents*, et se dilatant vers le bas en forme de bulbe. » La même planche représente, fig. 51 et 52, au bas des jeunes tiges des sporophymes de forme sphérique avec des couches concentriques de folioles, sans aucune radicelle, forme et disposition qui n'existent jamais. Enfin la fig. 54 représente un jeune Equisetum impossible, en ce sens qu'elle lui attribue des rameaux épars et alternes; les deux rameaux de gauche sortent du milieu d'un entre-nœud. Il y a sur toute cette planche des lapsus qui m'ont tourmenté, parce que je croyais d'abord à l'exactitude des figures; ils résultent sans aucun doute de l'inattention du graveur, car cette planche porte, comme les autres, la signature de M. Milde.

semaines après le semis pour les autres espèces, on arrache un de ces sporophymes sans anthéridies, plus verts et plus vigoureux que les autres, on voit au-dessous de lui et au milieu de ses radicelles descendre une racine brune, composée de nombreuses cellules et de vaisseaux, et, si on étale le sporophyme, on voit presque directement au-dessus de la racine s'élever un corps cylindrique, un peu courbé, creux, dilaté et partagé en trois dents à son bord supérieur (pl. X, fig. 1 *f*).

Dans son intérieur, un peu plus bas que la naissance des dents, on distingue une colonne à sommet trilobulé, d'un vert intense (pl. X, fig. 1 *g*), et au-dessus du milieu de cette colonne une masse de forme globuleuse et d'une couleur verte encore plus intense (pl. X, fig. 1 *h*).

Au point où cesse la racine et où semble commencer la petite tige, on voit constamment une zone interrompue et irrégulière de cellules brunes, flétries et déchirées (pl. X, fig. 1 *i*).

La présence de vaisseaux dans son tissu cellulaire ne permet pas de confondre la première racine avec les radicelles du sporophyme, et fait de suite reconnaître en elle la première racine issue du pseudembryon, cette racine sans articulations que Vaucher avait entrevue, mais mal décrite et plus mal figurée encore (*Fruct. Prêl.*, pl. XXVII, fig. 4, 5), et que plus tard Bischoff avait mieux observée (*Entw. Eq.*, p. 788 et suiv.). Mais cette racine n'a point l'importance que lui attribuait ce savant. Elle peut manquer; elle manque même souvent sur des sujets où le tissu cellulaire inférieur du sporophyme a été trop résistant pour qu'elle le traversât. Il n'est pas rare de trouver sans aucune racine, ou seulement avec une racine rudimentaire, de jeunes plantes qui, en taille et en vigueur, ne le cèdent en rien à leurs voisines du même âge. Dans ces cas on trouve presque toujours des radicelles naissant des cellules de la gaîne basilaire et même du premier entre-nœud de la jeune plante, qui d'ailleurs continue pendant longtemps encore à tirer sa nourriture du sporophyme.

Les restes de cellules brunes et déchirées que l'on remarque presque toujours entre la racine et la petite tige, sont évidemment les restes des cellules qui avaient formé l'enveloppe archégoniale du pseudembryon.

La courbure qui s'observe constamment au point d'où partent en sens contraire la racine et la petite tige fait encore reconnaître avec évidence que ces deux parties ne sont point la continuation l'une de l'autre en sens directement inverse, qu'elles n'appartiennent point dès lors à l'axe primitif, mais qu'elles ne sont que des appendices latéraux simulant, au moyen d'une inflexion, un axe primitif.

Le tube cylindrique extérieur, qui se réduit à une sorte de plateau surmonté d'une gaîne tridentée, se compose de deux couches de cellules à parois très-ondulées; vers la pointe des dents, sur leurs bords et au fond des sinus de séparation, ces cellules ne forment plus qu'une couche; elles sont alors d'une ténuité extrême et sans chloro-

phylle; les autres en offrent assez abondamment. Cette gaîne n'est autre chose que la gaîne basilaire, naissant directement mais latéralement du pseudembryon. Elle n'est pas noire comme celle des rameaux, parce qu'elle n'a pas eu la même compression à supporter, ni la même résistance à vaincre.

La colonne verte qu'elle contient est le premier entre-nœud, devant succéder, comme sur les rameaux de la plante adulte, à la gaîne basilaire et se prolongeant en une gaîne tridentée. Sa structure est identique à celle des entre-nœuds d'une tige en évolution, seulement il s'allonge proportionnellement davantage à la manière des entre-nœuds des rameaux. Au-dessous de la gaîne quelques anneaux isolés indiquent la place des vaisseaux spiro-annulaires moins formés encore vers la base de l'entre-nœud, où une masse de cellules courtes et rayées les sépare des vaisseaux de la racine.

Le corps plus vert, subglobuleux, qui se voit vers la base de la gaîne de cet entre-nœud, se compose d'une masse de tissu cellulaire, qu'entoure un bourrelet circulaire, dont le bord libre présente trois saillies; et ce corps n'est autre chose que le sommet végétatif de la jeune plante, où le second entre-nœud montre déjà le commencement de la future gaîne autour de la masse cellulaire qui doit se développer ultérieurement.

Tels sont les détails de l'aspect reproduit pl. X, fig 1, et sous lequel se présente ordinairement une jeune plante d'Equisetum définitivement constituée.

Je dois signaler ici la différence qui existe entre le développement de la gaîne sur les jeunes plantes et celui de la même partie sur les tiges des plantes anciennes. Nous avons vu précédemment p. 58, comme quoi, sur ces dernières, chacune des gaînes, pendant toute sa période d'évolution, constitue une coiffe entière, à peine dentelée à sa pointe. Or, sur les jeunes tiges d'un nouvel Equisetum, la masse cellulaire constituant le bourgeon terminal, offre à sa base un bourrelet annulaire entièrement semblable à celui qu'on trouve autour du bourgeon terminal d'une plante adulte. Au bord libre supérieur de ce bourrelet il se produit semblablement une inégalité de développement, mais sur trois points seulement et une seule fois. Les trois pointes libres qui en résultent continuent à se développer isolément par multiplication de leurs cellules; d'où il suit que, dans la jeune plante, les divisions de la gaîne, à leur extrémité supérieure, se développent dès le principe en courtes dents isolées et un peu étalées, sans former, comme dans les plantes adultes, une enveloppe continue à bandes d'inégale épaisseur qui se transforment en lobes en cédant à la poussée des entre-nœuds supérieurs.

La première jeune tige, après avoir atteint trois ou quatre centimètres de longueur, m'a toujours paru subir un assez long temps d'arrêt (deux à trois semaines); ensuite, à côté d'elle naissent d'autres tiges, suivant le mode et la direction que j'ai indiqués p. 113, c'est-à-dire qu'elles naissent du nœud primitif épaissi et développé (pl. X, fig. 12),

du nœud de l'axe primaire ou pseudembryon[1]. Il en paraît d'abord une à côté de la première petite tige (pl. X, fig. 12 et 13). La direction en est d'abord presque horizontale, et quelquefois même elle ne se relève qu'après s'être un peu enfoncée dans le sol. Mais ce n'est ordinairement qu'un peu plus tard que se montrera, à l'opposé de ces tiges aériennes, une vraie tige souterraine, un rhizome à direction descendante. L'apparition d'une nouvelle tige est presque toujours accompagnée de celle d'une racine infraposée; ces racines sont ordinairement ramifiées (pl. X, fig. 13).

Pendant la période d'arrêt que je viens de signaler, les nouvelles tiges sont à l'état de bourgeons blancs composés d'une gaîne à trois dents autour d'une masse cellulaire destinée au développement ultérieur. Le tout est très-chargé ou plutôt gonflé de grains amylacés, ce qui donne à la base de la nouvelle plante une apparence charnue. Les tiges souterraines ou rhizomes ont un développement très-lent, que la saison d'automne ralentit encore. D'abord blanches, elles prennent bientôt la couleur brun rougeâtre particulière à l'épiderme des rhizomes. A la base de leurs gaînes on voit le double rang de petites saillies destinées à donner, les unes des rejetons articulés, les autres des racines. Ces dernières apparaissent vite et en grand nombre. Des rejetons que produisent les jeunes rhizomes, les uns, se dirigeant vers la surface du sol, deviennent de nouvelles tiges aériennes; les autres s'enfoncent perpendiculairement à une grande profondeur. Ils se présentent tous d'abord sous la forme des bourgeons blancs et charnus que l'on trouve en hiver et au printemps sur les rhizomes des plantes adultes.

Assez souvent, mais non toujours, ces bourgeons se gonflent en tubercules au lieu de se développer en rhizomes, et vers l'automne de la première année il n'est pas rare de trouver presque à la surface du sol un ou deux tubercules sur les jeunes plantes. M. Milde a aussi déjà constaté l'existence des tubercules sur de jeunes rhizomes (*Gef. Crypt. Schl.*, p. 415, et *Entw. Eq.*, p. 639, pl. LIX, fig. 53-56).

Le développement ultérieur est assez conforme à celui des plantes adultes décrit

[1] M. Hofmeister s'explique ainsi qu'il suit sur l'apparition des nouvelles tiges : « Lorsque la première tige feuillée a atteint un certain degré de développement, il se forme à l'intérieur de son tissu cortical un bourgeon adventif par suite de la multiplication d'une cellule cambiale de sa base, à la hauteur de la masse ligneuse solide du premier nœud. Ce bourgeon est situé sur le côté du rejeton feuillé, qui est tourné vers l'axe primaire de la plante de germination, sous l'enfoncement entre deux lobes de la première gaîne, tab. XIX, fig. 3 » (*Kenntn. Gef. Krypt.*, p. 176).

J'ai pu faire sur l'apparition des nouvelles tiges de très-nombreuses observations, grâce aux sujets que m'ont fournis mes semis et surtout aux milliers de jeunes plantes spontanées que j'ai trouvées dans les tourbières de Haguenau, et j'ai vu constamment avec une parfaite évidence les choses se passer comme je les décris. La figure que donne M. Hofmeister est très-bonne, quoique la masse des cellules rayées constituant le nœud primaire du pseudembryon y soit trop peu marquée, et cette figure confirme pleinement ce que je dis, et fait voir que le nouveau rejeton sort du nœud primaire du pseudembryon.

Au même lieu, M. Hofmeister ajoute : « Le nouveau rejeton se distingue du premier axe feuillé par des gaînes à quatre dents.... » Je n'ai vu que très-rarement sur l'*E. arvense* les rejetons de première année avec des gaînes à quatre dents ; ils n'en ont ordinairement que trois.

aux §§ 1er et 2 du chap. III. Toutefois les premières tiges ne produisent que très-peu de rameaux (pl. X, fig. 13). L'*E. arvense*, dont les tiges adultes sont si richement ramifiées, donne le premier été jusqu'à huit tiges aériennes, mais ces tiges grêles, bien qu'atteignant une longueur de vingt centimètres, demeurent en général simples; à peine deux ou trois présentent-elles, à un ou deux de leurs entre-nœuds, un ou deux rameaux.

Dès la fin d'octobre les tiges de première année sont flétries par les gelées. La végétation recommence de très-bonne heure sur les rhizomes. En effet, les plantes provenant de mes semis ne m'ont guère montré à l'automne que trois ou quatre rhizomes descendants; mais quand du 1er au 15 avril je les enlevais des petits vases du semis pour les mettre dans de plus grands, je trouvais constamment un nombre déjà considérable de rhizomes qui pénétraient la terre du vase en tout sens, rampaient contre les parois et sortaient par le trou du fond. La deuxième année m'a toujours donné en avril et mai des tiges grêles, très-nombreuses, étalées en éventail, très-irrégulièrement ramifiées, à verticilles incomplets, en un mot ayant toutes les apparences d'un rameau. Mais vers la mi-juin il sortait tout contre les parois du nouveau vase de nouvelles tiges, vraies tiges stériles, bien régulièrement pourvues de verticilles complets de rameaux; c'est alors que je les mettais en pleine terre. Ce n'est qu'après la quatrième année et plus souvent après la cinquième que j'ai vu apparaître quelques tiges spicifères peu robustes.

La direction verticale descendante des rhizomes, si facile à constater en dépotant les jeunes plantes, fournit l'explication suffisante de la marche et de la propagation des rhizomes au-dessous de la surface du sol, ainsi que Bischoff l'avait très-justement remarqué (*Entw. Eq.*, p. 792 et 793), après que Vaucher (*Mon. Prêl.*, p. 342) et Bischoff lui-même (*Krypt. Gew.*, p. 28 et 44) avaient exprimé combien difficile à expliquer leur paraissait la profondeur à laquelle rampent certains rhizomes (voir plus haut p. 8 et 9). Si l'on ne trouve plus les premiers rhizomes qui ont conduit les autres à cette profondeur, c'est que ces premiers rhizomes plus grêles et plus délicats sont bientôt détruits, et que d'ailleurs la propagation par semis est incontestablement celle qui se rencontre le moins souvent (Milde, *Gef. Crypt. Schl.*, p. 385 et 415). Elle est pourtant moins rare que Vaucher ne l'avait cru d'abord (*Mon. Prêl.*, p. 351, et *Fructif. Prêl.*, p. 424) et que M. Hofmeister paraît encore le croire (*Vergl. Unters.*, p. 102). Il est même probable que tous ceux qui chercheront de jeunes Equisetum en trouveront; car en juin 1825 Requien en trouva près d'Avignon et les adressa à Vaucher (Vaucher, *Germ. Prêl.*); en 1827 Bischoff en a trouvé près de Deux-Ponts (*Entw. Eq.*, p. 785); en 1850 M. Milde sur le bord de l'Oder, en face de Masselwitz (*Entw. Eq.*, p. 637); en 1852 M. Hofmeister a vu l'*E. variegatum*, cultivé dans un jardin, se reproduire par semis (*Kenntn. Gef. Krypt.*, I, p. 171, note); moi-même, en 1860, j'ai

trouvé à Haguenau d'innombrables jeunes plantes d'*E. arvense*, que j'ai pu suivre depuis leur apparition sur les sporophymes jusqu'au dernier terme de leur développement. En outre j'ai presque constamment réussi dans mes semis des *E. maximum*, *sylvaticum*, *arvense*, *limosum*, *palustre*, *ramosissimum* et *variegatum*.

§ 5. *Mode de semis*

La série des divers phénomènes qui précèdent ne s'accomplit sur les sujets provenant de semis que s'ils ont été entourés de précautions et de soins.

Si l'on ne veut qu'observer les premiers développements des spores en sporophymes, on peut se contenter de jeter des spores à la surface de l'eau, dans un vase recouvert d'une plaque de verre, et de soustraire le tout à l'action directe de la chaleur solaire, en l'exposant toutefois à une belle lumière. Les spores commencent immédiatement à se développer en cellules, les unes au fond de l'eau, les autres à la surface. Ces dernières vont le plus souvent jusqu'à la production des anthéridies; celles du fond périssent d'assez bonne heure. Cependant j'ai vu, au fond d'un vase en verre, des sporophymes des *E. palustre* et *arvense* durer du 15 avril au 3 octobre 1860. Simples ou rarement bilobés, avec une ou deux radicelles, mais sans anthéridies, ils étaient encore bien vivants quand, par erreur, on enleva l'eau du verre qui les contenait. Ce mode de semis a l'avantage de rendre les observations très-promptes, et de donner de suite des sujets débarrassés de sable et de parcelles terreuses.

Le moyen qui m'a constamment réussi pour amener mes semis jusqu'à la reproduction de jeunes plantes, est le suivant:

Un pot de vingt centimètres de diamètre et de hauteur est rempli aux trois quarts de terre ordinaire; un autre pot d'un décimètre de diamètre et dont le fond est percé de grands trous est placé dans le premier, de manière à ce que le niveau de sa terre soit d'un centimètre plus élevé que la terre du premier. Ce pot est rempli de terre prise dans un endroit quelconque où l'espèce à semer croît en abondance; au-dessus de cette terre je répands une couche de deux millimètres de sable siliceux, très-fin, également pris dans quelque lieu affectionné par les Equisetum. Ce sable est au préalable lavé à l'eau bouillante et séché sur une plaque de fer portée au rouge, à l'effet d'éviter l'apparition des divers cryptogames qui étouffent les jeunes sporophymes. Les spores sont semées au-dessus de ce sable humecté par infiltration; le pot qui les contient est recouvert d'une cloche de verre, et le tout est placé en un lieu très-bien éclairé et à l'abri des coups de chaleur solaire. Le vase intérieur n'est jamais arrosé directement pendant le premier mois; mais matin et soir le vase extérieur est arrosé, et la terre de celui de l'intérieur s'imbibe suffisamment par infiltration. Lorsque les

premières anthéridies ont paru, il convient d'arroser très-légèrement matin et soir le vase intérieur, afin de remplacer l'effet de la rosée qui permet aux spermatozoïdes de gagner par leurs mouvements de natation les archégones qu'ils ont à féconder. Comme à partir de l'arrosage direct les cryptogames paraîtront en abondance, il est bon de les enlever de temps en temps au moyen d'une loupe et de pinces très-fines, en ayant soin de ne pas ébranler les sporophymes, car il vaut mieux laisser les plantes étrangères que de déraciner les sporophymes en enlevant le reste. M. Hofmeister fait connaître qu'il a employé avec succès des arrosages d'eau froide longtemps prolongés pour débarrasser ses semis de l'envahissement des algues (*Kenntn. Gef. Krypt.*, p. 169).

Il est bon de semer les spores assez dru. Semées clair, elles se développent bien, mais des sporophymes isolés risquent de ne pas être fécondés, parce que les spermatozoïdes ne peuvent pas aller sur des pieds que ne couvrirait pas une même goutte de rosée. Le rapprochement forcé des spores par l'enchevêtrement de leurs élatères au moment de l'émission indique assez d'ailleurs qu'il est dans leur nature d'être semées dru.

Il faut faire remarquer ici quelques différences entre le développement des spores semées sur l'eau et celui des spores semées sur la terre. Le développement des premières est plus rapide, et des spores d'*E. palustre*, semées sur l'eau le 8 septembre 1859, avaient déjà vingt-quatre heures après une radicelle égalant la longueur des cellules. Le troisième jour, le plus grand nombre des sporophymes offraient deux cellules presque côte à côte (pl. IX, fig. 14 *bis*), et une très-longue radicelle; ceux qui s'étaient développés au fond de l'eau, ne se distinguaient des autres que par la direction oblique de leur longue radicelle. Les spores du même épi, semées sur terre au même moment, se développèrent moins rapidement, et le plus souvent elles se multipliaient en deux ou trois cellules avant d'émettre une seule radicelle. Rarement elles débutent par la forme citée ci-dessus, mais elles offrent des cellules disposées en ligne les unes au-dessus des autres (pl. IX, fig. 14 *a*, *b*, *c*, *d*). La seconde cellule, je veux dire celle superposée à la cellule d'où sort la radicelle, est ordinairement plus longue que les autres et moins chargée de chlorophylle.

Le développement ultérieur présente des différences plus considérables, en ce sens que les semis sur terre produisent des sporophymes à expansions foliacées décrits p. 96 à 99 et figurés pl. IX, fig. 17; tandis que les semis sur l'eau ne donnent guère que des sporophymes grêles, filiformes, à ramifications composées de un ou de deux rangs de cellules. Ils sont aussi très-irréguliers, couchés, courbés à angle droit etc. (voy. pl. IX, fig. 18).

Lorsque mes jeunes plantes ont acquis deux ou trois centimètres de long, je les transplante dans un petit pot que je renferme toujours dans un plus grand, et je les laisse passer l'hiver dehors à la neige et à la gelée, ce qui ne paraît les gêner en rien,

car dès le mois de février les jeunes pousses se montrent déjà. Du 15 avril au 1er mai je les mets dans des vases plus grands et plus profonds, de manière à ce que plus tard, en enlevant un peu de terre sur les côtés de la masse isolée par le renversement du vase, on puisse observer à l'aise la direction descendante des tiges souterraines ou rhizomes, la production des tubercules, l'extrémité des racines etc. Au mois de juillet ils ont des centaines de petites et de grosses tiges, je les mets alors en pleine terre.

Je donne ci-dessous les dates auxquelles m'ont apparu les principales phases d'évolution, *à Strasbourg*, en 1859. Les dates des autres années ne diffèrent pas sensiblement.

1er mai. Semis des spores de l'*E. arvense.*
5 juin. Apparition de grosses cellules terminales.
8 » Division en cellules longitudinales.
16 » Apparition de petites cellules cubiques.
20 » Des globules libres apparaissent dans les anthéridies.
25 » Vu une émission de spermatozoïdes.
Jusqu'au 13 août revu sans interruption la reproduction des phénomènes précédents.
6 juillet. Vu le premier archégone de ce semis; il était déjà trop avancé.
18 » Vu la première jeune plante.
Jusqu'au septembre revu des archégones.
22 et 23 septembre. Revu des spermatozoïdes sur un sporophyme tardif du même semis.

Les jeunes tiges se sont fanées le 8 novembre; elles avaient de huit à douze centimètres de long.

§ 6. *Historique*

Il est inutile de chercher les traces d'une théorie de la reproduction des Equisetum dans les ouvrages des anciens botanistes. Ne connaissant pas encore le mode de fécondation des végétaux phanérogames, ils se préoccupaient peu de la génération de ceux que Linné appelait plus tard cryptogames, par cette seule raison, toujours valable, que «eorum fructificationes oculis nostris se substrahunt et structura ab aliis diversa «gaudent» (*Gen. plant.* post titulum clas. XXIV).

Cependant dès 1583, Cesalpino, dans son traité *De plantis*, avait écrit les lignes suivantes en tête du chapitre consacré au genre Equisetum : «Equiseti genera, quam «vulgo Asprellam vocant, peculiarem constitutionem sortita sunt.... Pleraque sine «fructu sunt.... quæ fructum ferunt, in cacumine capitulis oblongis congestum «habent, granis nigris, asperis et farctis constantem, sine ullo flore» (lib. XVI, cap. 15, p. 598).

Dans son *Epistola ad Valentinum de sexu plantarum* (25 août 1694) R. J. Camerarius, mentionnant chez les Equisetum un « semen masculinum quod more solito dif-« flatur in auras, » fait observer que « credibile non videtur omissas esse in quadam « plantarum specie femellas...., nec Equisetum illo pulvere seri putem... ; ægre tamen « sententia nostra patitur tantam seminalis auræ copiam frustra dispergi ; » mais, malgré ce regret, il a la sagesse de n'émettre aucune opinion sur la reproduction de ces plantes, « quarum ortus et propagatio obscurior » (p. 265).

La phrase précitée de Cesalpino, où, remarquons-le bien, cet auteur ne disait pas que les Equisetum ont des fleurs sur certaines tiges et sur d'autres des fruits, mais seulement que plusieurs tiges ne portent pas de fruit, et que celles qui en portent n'ont pas de fleurs, la phrase de Cesalpino, mal comprise, fut reproduite sans examen par les botanistes qui le suivirent, et, cent vingt ans encore après lui, Tournefort (*Inst. rei herb.*, 1700) place le genre Equisetum dans sa quinzième classe : « *Herbæ floribus apetalis*, » à la sixième section : « *De herbis flore apetalo, quarum aliæ in eodem genere floribus, aliæ vero fructibus plerumque donantur,* » c'est-à-dire dans ses *Herbes apétales dioïques*, à côté du Chanvre, de la Mercuriale et du Houblon, par cette seule raison que : « fructus Equiseti speciebus innascuntur, quæ floribus carent « grana nempe, auctore Cesalpino, nigra, aspera et farcta. »

J. Ray subit la même influence. Comme Tournefort, il sépara les Equisetum de ses *Capillaires* (Fougères) et les plaça dans la classe suivante à côté du Chanvre et de l'Ortie, en faisant remarquer toutefois qu'il n'était pas bien établi « an semen in eadem « cum flore planta nascatur necne. » Puis il mentionne les observations du docteur Ch. Preston, suivant lesquelles « *Equisetum sylvaticum tenuissimis setis*, C. B. Pin., « 16, semina profert rotunda, alba, musci cujusdam seminum æmula, pediculo « semunciali tenuissimo et plane capillaceo, e foliorum geniculis exeunte, sustentata ; » et, sans élever aucun doute sur l'observation elle-même ni sur l'existence de cet organe, il ajoute : « verum an semina fuerint hæc corpora, an vascula seminalia, « dubito (*Meth. pl. emend.*, p. 20, 1703).

Dans les deux *Dissertationes epistolares de plantarum propagatione* qu'il adressa en 1717 à l'Académie des Curieux de la nature, Dillenius réfuta vivement la place assignée aux Equisetum par Tournefort et par Ray, ainsi que les prétendues observations de Ch. Preston, et il exposa les rapports d'identité qu'il voyait entre la fructification des Equisetum et celle des *Capillaires* (p. 58). L'année suivante, dans son *Nov. plant. genera*, il plaça les Equisetum dans ses *Capillaires :* « Equisetum autem « vera herba capillaris est, non minus ac Osmunda et Ophioglossum, nec quisquam « de eorum seminibus certi quid adhuc afferre potuit ; unde, cum seminibus, stami-« nibus et reliquo apparatu florido destituantur, forma vero florida et *propagandi* « *modo* Capillaribus respondeant, eo omnino referenda sunt. Differt Equisetum ab

« aliis quod utriculi farinam continentes in capitatum clavum disponantur, quorum « plurimis junctis clava vel capitulum exsurgit conicum » (p. 88).

Le « propagandi modus, » auquel Dillenius fait allusion, est exposé dans les deux ouvrages précités; suivant lui, les Capillaires et les Equisetum, « quæ quidem Capil- « laribus omnino annumeranda sunt » (*Nov. plant. gen.*, p. 84), manquant de vraies fleurs et de véritables semences, se propagent par rameaux souterrains, auxquels les granules farineux de leur fructification donnent la faculté reproductive. « Nobis ergo « probabilissima videtur opinio Capillarium genus non seminibus, non stolonibus, « ut nec alia adhuc nota et observata propagandi aut multiplicandi ratione, sed radi- « cibus propagari; ita tamen ut novellæ plantæ in his actu formentur, sed assurgere « nequeunt, ni pulvere foliorum fœcundentur » (*Diss. epist.*, p. 55). « Non diversa « fructificatione gaudere nobis videntur Equiseta » (ibid., p. 58; voy. *Diss. epist.*, p. 71, 86, 87; et *Nov. plant. gen.*, p. 77, 82, 83, 84). Comme le pollen d'un grand nombre de phanérogames a la propriété de s'enflammer en pétillant lorsqu'on le projette sur la flamme d'une bougie, et que les spores (farina) des Equisetum, des Fougères et des Lycopodes offrent la même propriété, Dillenius en avait conclu qu'ils n'étaient point une semence, mais une poussière fécondante de la nature du pollen. La même observation induisit Linné en erreur sur la nature des spores des Mousses et des Lycopodes (*Sem. musc.* in Am. acad., II, p. 284; 25 mai 1750). N'oublions pas de dire en faveur de Dillenius qu'il fut le premier à séparer nettement les Chara des Equisetum (*Nov. pl. gen.*, p. 88, et *Diss. epist.*, p. 58).

L'opinion de Dillenius paraît avoir été peu connue ou peu adoptée, car je ne la retrouve citée qu'une fois, sans adoption, et toujours à côté de celle de Cesalpino, dans Mappus (*Hist. plant. Als.*, p. 98 et 99), en 1742, c'est-à-dire cinq ans après l'apparition du *Genera plantarum* de Linné.

Il est vrai que dans cet ouvrage, Linné lui-même paraît n'avoir voulu admettre aucune opinion hasardée sur la fructification des Equisetum, et il se borne à formuler en ces mots une description tout extérieure: « Spica fructificationibus peltatis, basi dehiscentibus multivalvis. » On est porté à croire que Linné n'avait jamais examiné des spores d'Equisetum, lorsqu'on lit la phrase suivante, ajoutée par lui à la description de l'*E. arvense* dans la deuxième édition du *Flora suecica:* « Pollen, quum « primum e spica excutitur, saltat ac si viveret, observante Stæhelino, quod olim in « Filicibus vidit Borellus » (p. 367). Ce que contient le *Gen. plant.*, édition Schreber (1789) est emprunté à Hedwig, comme l'éditeur lui-même le mentionne.

En 1738, Duhamel du Monceau examina au microscope et dessina les spores des Equisetum (*Phys. des arbres*, II, p. 288, pl. X, fig. 277).

Haller vit dans les spores des grains verts de pollen : « ipsa natura elastica, quæ in « antheris plantarum admodum multarum observatur, demonstrat masculas has

« Equiseti particulas esse; semina vero feminina desiderantur » (*Enum. stirp. Helv.*, p. 143; 1742).

Adanson, réformateur et innovateur quand même, place sans hésitation les Equisetum dans sa cinquante-septième famille, *Les Pins*. Comme Linné et Haller, il assigne aux spores la fonction du pollen, et, prenant ainsi les épis pour l'appareil des fleurs mâles, il chercha les parties femelles dans la gaîne des jeunes pousses. « Les piés qui « sortent en forme de cône auprès des piés mâles contiennent dans chaque gaîne des « branches plusieurs embryons de rameaux qui tiennent lieu des ovaires et sont ter- « minés par quatre stiles veloutés » (*Fam. d. plant.*, II, p. 477; 1763). Il conjecture que ces ovaires ont besoin d'être fécondés par la poussière des fleurs mâles.

Gleichen prit les stomates des Fougères pour les organes mâles de ces plantes (*Neuest. Unters.*, p. 24-30; tab. III, fig. 6, bona; 1764).

Dans les intéressantes observations qu'il publia sous ce titre : *Das entdeckte Geheimniss der Kryptogamie* (Le mystère de la cryptogamie dévoilé, Carlsruhe 1777), Kölreuter exposa que les loges qui entourent les grains sont la partie mâle et que les grains sont les semences; il comparait les *filaments* (élatères) aux fils élastiques des Jungermannes, avouant en même temps que, dans ses expériences sur l'*E. fluviatile*, il n'avait pu réussir à faire germer les grains qu'il croyait être des semences.

De Lamarck prend de nouveau les spores pour du pollen : « La face intérieure des « écailles est garnie de cellules qui contiennent une poussière assez abondante; ces « parties sont regardées comme des fleurs mâles; les fleurs femelles, en ce cas, « sont encore inconnues » (*Fl. fr.*, I, p. 5, 1778 et 1793).

Dès 1782, J. Hedwig avait décrit les organes générateurs des Mousses (*Fund. musc.* etc.). Il en avait représenté les anthéridies avec le mode d'émission de leur contenu, et enfin il avait constaté par des semis la nature reproductive de leurs spores. Mais, dans la famille des Mousses, les organes de fécondation, anthéridies et archégones, se trouvent sur les plantes adultes; ils précèdent les spores, qui sont dès lors fécondées, et la végétation passagère qui résulte du développement de la spore n'a qu'une fonction à remplir, celle de supporter et de nourrir le jeune individu, d'en être, comme on l'a dit, le *protonema*. Dans les familles des Fougères et des Equisetum il n'en est pas ainsi; la végétation intermédiaire, née du développement des spores non encore fécondées, doit, avant de supporter et de nourrir la jeune plante, produire les organes de fécondation, anthéridies et archégones. Cette circonstance paraît avoir induit Hedwig en erreur; cet éminent observateur voulut, pour les Fougères et les Equisetum, trouver les organes fécondateurs sur les plantes adultes, comme il les y trouvait pour les Mousses, et dans sa Théorie de la génération des cryptogames, il considéra les spores et les sporanges des Fougères comme des organes femelles fécondés par des étamines placées sur la face non fructifère de la fronde et consistant en petits

poils claviformes glanduleux (pilos glutinosos et capitellatos). Ces prétendues étamines se trouvaient dans un contact fécondateur avec l'organe femelle de la face opposée pendant le premier âge de la fronde et alors que son enroulement tenait les deux faces en contact (*Theor. gen.*, 1re édit., p. 41 et suiv., tab. 4-7). Quant aux Equisetum, il regarda chaque spore comme une fleur hermaphrodite; les élatères furent pour lui les quatre filaments de l'organe mâle, dépourvus d'anthères, il est vrai, mais portant à la surface de leurs extrémités spatulées du pollen en granules pulvérulents; la spore elle-même devint un germe muni d'un stigmate en forme de papille (o. c., p. 33, tab. 1, 2).

Dans son *Genera plantarum*, 1789, A. L. de Jussieu, après avoir exposé qu'il y a deux sortes de tiges, les unes vernales et conifères mais éphémères, les autres dépourvues de cônes mais durables, se demande « an priores masculæ, posteriores fœmi-« neæ sexu nondum detecto? » et il se borne ensuite à rappeler que : « sphærulas Hed-« wigius stigmati assimilat, et setas pulvisculo aspersas, apice cochleariformi dilatatas, « conniventes in humido, in sicco patulas, microscopio manifestas pro filamentis « antheriferis habet » (p. 17).

Ce fut le dernier écho de la doctrine attribuée à Cesalpino et qui avait retenti pendant deux siècles, et le premier écho de celle de Hedwig qui devait retentir moins longtemps, mais avec plus d'éclat.

En 1791 Schreber l'introduit, sans aucune remarque, dans son édition du *Genera plantarum* de Linné; comme en 1795 Hoffmann la répète simplement dans la partie cryptogamique du *Deutschlands Flora* (clas. XXIV; II, Peltata).

Roth l'admet également sans observation dans son *Tent. fl. germ.*, IV, p. 3, 1800; mais ce qui surprend, c'est de voir cet auteur combattre énergiquement, p. 29, l'opinion de Hedwig sur la fécondation des Fougères et revenir au bas de cette même page à l'opinion de Hedwig sur les Equisetum, en la proposant comme l'expression typique de ce qu'il y aura à découvrir sur la fécondation des Fougères : « Vero similius videtur, « quod in Filicibus, uti in *Equiseto*, *Pilularia* et nonnullis aliis plantis cryptogamicis « spermatis masculini officina non extra uterum muliebrem, sed intra ovarium « quærenda sit, licet ob teneritatem partium in oculos non incidat etiam optime « armatos. »

Willdenow fournit occasion à une remarque analogue. Dans l'introduction du t. V de son édition du *Species plantarum*, 1809, il établit par les semis de Lindsay, par ceux d'Ehrhart, par les siens propres, que les spores des Fougères et des Lycopodes possèdent la faculté reproductive (p. VII et VIII); puis arrivé aux Equisetum, il semble oublier et ce qu'il a dit précédemment et les lois de l'analogie, il revient à l'opinion de Hedwig et fait de leurs spores des « flores hermaphroditi ex filamentis « quatuor, quorum bini semper basi cohærent, apice spathulatis absque antheris et

« polline tantum conspersis, atque ex germine stigmate instructo compositi » (p. XXIX).

De Candolle (*Fl. fr.*, t. II, p. 580, 1805) reproduit sans modification l'opinion de Hedwig, seulement il range les Prêles et les autres cryptogames vasculaires dans les Monocotylédones, sur cette considération que les graines de Fougères, « semées avec « soin, lèvent accompagnées d'un cotylédon latéral, étalé, membraneux, large et « réniforme » (*Fl. fr.*, II, p. 546 et 547). On verra plus loin, p. 130, la modification des idées de cet auteur.

Mirbel (*Phys. vég.*, I, p. 387, 1815) répéta simplement l'opinion et les expressions de Hedwig.

Il est facile de comprendre comment, après avoir méconnu la nature reproductive des spores des Equisetum, en les assimilant au pollen ou à la fleur des autres plantes, on dut rester si longtemps sans songer à les semer, et tourner tous les efforts vers la recherche de l'organe femelle.

Enfin l'auteur de la *Monographie des Prêles* indiqua et ouvrit la route à suivre pour arriver à la solution scientifique du problème. Après avoir rapporté l'opinion de Hedwig, il ajoute : « Mais toutes probables que fussent ces conjectures, il fallait les « vérifier par des expériences. C'est ce que j'ai fait dès l'année 1817. J'ai mis ces graines « supposées des Prêles les unes dans l'eau et d'autres dans des vases remplis d'un « terreau très-fin. C'était le 3 avril, à l'époque de l'apparition des Prêles à hampes. « Au bout de deux jours, les grains plongés dans l'eau montraient une petite pointe à « peu près du tiers de leur diamètre. Le troisième jour cette pointe s'était allongée; « elle était transparente et ressemblait à un tube vide. Au bout d'un mois les grains « semés sur terre avaient poussé d'un côté une ou deux radicules simples et blan- « châtres, et de l'autre ils s'étaient renflés et divisés d'abord en deux, ensuite en « trois et quatre lobes. Ils continuèrent à croître pendant tout le mois de mai, en se « ramifiant considérablement. A la loupe, et surtout au microscope, c'étaient des tiges « cylindriques, nombreuses, articulées et ramassées en faisceau.

« J'ai mis successivement en expérience les grains de la Prêle fluviatile (*E. maxi- « mum*), de la Prêle des marais (*E. palustre*) et de la limoneuse (*E. limosum*). Ils se sont « agrandis de la même manière et ont présenté les mêmes apparences[1].

« Mais ils se sont arrêtés à ce terme, malgré toutes les précautions. Dans les « années qui ont suivi 1817, je n'ai pas été plus heureux ; mais je recommencerai mes « expériences avec une nouvelle attention dès le printemps de cette année (1822).

« Cependant ce que j'ai vu tant de fois suffit, je pense, pour constater que le grain « vert est bien la semence des Prêles, qui sont des plantes acotylédones, puisque ce

[1] L'auteur a représenté les sporophymes de l'*E. arvense*, pl. I, fig. 5 et 6 ; ceux de l'*E. maximum*, pl. II, fig. 3 et 4 ; ceux de l'*E. palustre*, pl. V, fig. 5 et 6, et ceux de l'*E. limosum*, pl. VIII, fig. 5. Ces figures sont mal faites et simulent des cotylédons.

« grain tout entier se développe sans qu'on puisse y apercevoir aucun corps étranger à « l'embryon ou à la plantule. Je ne pense pas que l'on puisse s'assurer par des expé- « riences directes que les quatre filets soient des étamines, et que les pulviscules qui les « recouvrent soient un véritable pollen. Cependant l'analogie est fortement prononcée « pour cette opinion, surtout si l'on convient qu'il ne faut pas chercher ici des anthères « et des loges semblables à celles des plantes phanérogames, et il faut avouer que les « mouvements élastiques des lames qui entourent le grain vert sont merveilleusement « propres à secouer la poussière fécondante, et à favoriser la dissémination des graines « fécondées. Mais si l'on ne peut douter que les grains verts ne soient de véritables « semences, on doit s'étonner de ce qu'elles remplissent si mal leur destination; car je « n'ai jamais trouvé une seule Prêle qui ne me parût pas fort ancienne et dont la « racine ne se prolongeât pas indéfiniment dans la terre. Je crois que les autres bota- « nistes n'ont pas été plus heureux. Il faut donc convenir, au moins jusqu'à présent, « que les Prêles sont des plantes dont les mêmes individus subsistent depuis un temps « dont on ne saurait assigner le terme, et qui répandent chaque année des myriades « de graines autrefois fertiles, aujourd'hui inféconde » (p. 347 à 351).

« Malgré mes efforts, je n'ai point trouvé l'extrémité des tiges souterraines. La Prêle « est donc une plante dont jusqu'à présent la durée doit être considérée comme indé- « finie, et qui, du moins à ma connaissance, ne fournit plus de nouveaux individus, « quoique ses graines soient susceptibles de développement » (p. 390).

Dans la même année C. A. Agardh, professeur d'histoire naturelle à Lund (Suède), publia dans les *Mémoires du Muséum d'histoire naturelle* (t. IX, p. 283-292) des « Obser- « vations sur la germination des Prêles. » Après avoir brièvement rappelé les princi- pales opinions émises sur ce point par Linné, Adanson, Hedwig, il expose que « dans « les derniers jours d'avril 1822, il fit des semis de la poussière de l'*E. arvense* sur plu- « sieurs pots, *placés au soleil*, à différents degrés de lumière, de chaleur et d'humidité. « Le 10 de mai un petit bouton vert et bifide avait paru et une petite radicule pel- « lucide était descendue dans le terreau. Je ne doutai plus que les deux lobes du bou- « ton ne fussent des cotylédons, et que la plante ne fût dicotylédone et plus voisine « des *Casuarina* qu'on n'aurait osé le penser.

« Le 19 de mai je fus fort étonné de trouver, au lieu d'une jeune Prêle que je sup- « posais devoir s'élever entre les deux cotylédons, une petite conferve verte qui n'était « autre chose que le développement de ce que j'avais pris pour les cotylédons; les « filaments étaient articulés. Aucun rudiment d'une plante plus parfaite ne se mon- « trait encore, et je ne saurais concevoir comme une Prêle pourrait se développer « des organes qui s'étaient déjà montrés. Je craignis de m'être mépris et que les plan- « tules observées ne fussent autre chose qu'une de ces conferves menues qui naissent « si facilement sur le terreau. »

Il répéta donc ses expériences sur « la poussière de l'*E. palustre* et de l'*E. limosum;* » et comme il vit « des plantules exactement de même nature que les précédentes, » il en conclut « *que les poussières des Prêles sont des semences qui les reproduisent* « (p. 290). Mais ce fait, quelque important qu'il soit, rend la question sur la germi- « nation des Prêles plus embarrassante encore. Comment concevoir en effet que les « grains semés germent, mais donnent des plantes d'une autre famille, qui restent « des mois entiers dans cet état étrange? On reconnaîtra du moins que dans certaines « plantes, comme dans certains animaux, il y a un état intermédiaire entre la semence « ou l'œuf et la parfaite évolution. Les lois de cette transformation sont encore incon- « nues, mais le fait ne l'est plus. »

L'auteur rappelle ensuite le mode de reproduction des mousses, ajoutant que, « à « en juger par la germination, *les Prêles sont voisines des Mousses.* » Puis, sur des considérations très-élevées, il établit que « les prétendus cotylédons des cryptogames « sont d'une tout autre nature que ceux des plantes plus parfaites, qu'ils ne sont « point, comme ces derniers, déjà formés dans la graine, mais qu'ils sont le produit « de la végétation. Ainsi ils ne sont pas de vrais cotylédons, mais un premier âge ou « un premier état de la plante. »

Malgré tous ses soins, ses semis périrent dès les premiers jours de juillet; il ne put donc entrevoir aucune trace d'anthéridie. Cet important mémoire est accompagné d'une planche dont les figures sont, comme celles de Vaucher, peu satisfaisantes; les cellules sont trop semblables à des cotylédons.

Fidèle à la promesse faite par lui (*Mon. Prêl.*, p. 350), Vaucher répéta ses essais en 1822, mais sans succès. Il les recommença en 1823 sur les *E. maximum* et *palustre*, et la même année en consigna l'heureux résultat dans son *Mémoire sur la fructification des Prêles.* « Tout s'est passé d'abord comme je l'avais déjà annoncé dans mon « Histoire des Prêles, et enfin (le 12 et le 21 septembre) il s'est élevé du centre du « gazon un point vert qui, en grandissant, a laissé voir à sa base une collerette à quatre « divisions, puis une seconde, puis successivement une troisième, d'où sortait le som- « met de la jeune tige.

« Les grains verts renfermés dans les loges dont l'assemblage forme l'épi de la « Prêle sont en conséquence de véritables semences acotylédonées, dépourvues non- « seulement de cotylédons proprement dits, mais encore d'albumen et d'enveloppes; « elles sont réduites au seul embryon. Mais cet organe ne ressemble point à ceux que « nous connaissons. Il n'est pas composé d'une radicule et d'une plumule....

« Ce mode de germination présente la circonstance remarquable de deux espèces de « racines. Les unes appartiennent au grain vert dans sa première évolution; les autres « dépendent de la tige même de la jeune Prêle; celles-ci se réduisent à une racine « unique, fort apparente et qui s'enfonce perpendiculairement dans le sol : celles-là

« au contraire sont multiples, mais faibles et délicates : elles se détruisent promp-
« tement.

« La racine propre de la Prêle, examinée au microscope, ne m'a pas paru articu-
« lée; elle est simple, continue, pivotante et semblable aux racines des autres plantes.
« Comment devient-elle articulée? c'est ce que j'ignore.

« J'ai une douzaine de jeunes Prêles qui proviennent de la Prêle fluviatile (*E. maxi-
« mum*) et cinq ou six de celle des marais. Jusqu'à présent elles se ressemblent beau-
« coup, et je ne serais pas en état d'y reconnaître la moindre différence.

« Je m'étais trompé en imaginant que les Prêles pouvaient être considérées comme
« des plantes dont les semences étaient actuellement infécondes. Je crois aujourd'hui
« que les Prêles, comme les Fougères, se reproduisent toutes les fois qu'elles sont
« placées dans des circonstances convenables, mais je persiste à penser que ces cir-
« constances sont fort rares » (p. 429-434).

Ce mémoire est accompagné d'une planche représentant la première évolution de la jeune tige. La fig. 5 est mauvaise en ce qu'elle simule sur la racine des sillons qui ne s'y trouvent pas. La fig. 4 a été reproduite par Bischoff; toutes les autres ont été copiées en sens inverse par Payer, qui les attribue à tort à l'*E. arvense* (*Bot. crypt.*, p. 244).

Les expériences et les observations de Vaucher et d'Agardh avaient eu ce premier et immense résultat d'établir que les spores possèdent à elles seules la faculté reproductive. Aussi est-ce avec un profond étonnement qu'on voit, en 1824, H. E. Link reproduire sur la *fleur* des Equisetum l'opinion de Hedwig (*El. phil. bot.*, p. 301, § 173), et en décrire *le fruit* dans les termes suivants : « Equisetinæ habent capsulam « absque pistillo viridem, semina minutissima grumosa continentem. Fila elastica « capsulam cingunt, quam dehiscentem non vidi. Amentum gerunt squamis peltatis « subtus folliculis membranaceis obsitum capsulas includentibus. De germinatione « Agardhi habemus observationes, quæ vero rem non expediunt » (o. c., p. 355, § 191).

En 1825 G. L. Duvernoy, dans une thèse botanique : *De Salvinia natante*, mentionna, p. 10, le premier développement des spores des Equisetum, constata l'absence du style et des grains polliniques affirmés par Hedwig; mais il ne fournit d'ailleurs aucune vue nouvelle.

En 1826 Vaucher ajouta à la fin de sa *Monographie des Prêles* (dans les exemplaires du tirage à part) une longue *Note sur la germination des Prêles*. Il y reproduit, avec de légères modifications de style, son mémoire de 1823 *Sur la fructification des Prêles*, et il la termine par l'importante constatation qui suit : « Toutefois je n'avais « jamais aperçu de jeunes Prêles, germant et se développant naturellement, lorsque « l'année dernière (1825) M. Requien, cet excellent botaniste d'Avignon, m'a fait par-

« venir des tapis de jeunes Prêles, qu'il avait trouvées la même année au mois de « juin, croissant et se développant sans effort dans un lieu inondé l'hiver et le prin- « temps. Elles avaient germé plus tôt que les miennes; mais elles leur ressemblent « entièrement par leur tige tétragone, leurs involucres et leur port. Elles pourraient « bien appartenir à la Prêle des Limons. »

Dans son *Organographie végétale* (t. II, p. 126 et 127, 1827), De Candolle modifia un peu son opinion; il mentionna les semis de Vaucher et d'Agardh, en reconnaissant « que le globule vert (la spore) est un organe consistant en un tubercule analogue « aux bulbilles, et que les lames élastiques ne peuvent être des étamines. »

Le 20 mars 1827 Bischoff publia le premier cahier des Végétaux cryptogames d'Allemagne et de Suisse. Après avoir exposé l'organisation générale des Equisetum d'une manière beaucoup plus complète et plus savante qu'on ne l'avait fait avant lui (*Krypt. Gew.*, p. 28-40), il donna des spores une description longuement détaillée (p. 32 et 40), mais toutefois peu exacte, et il rendit compte des semis tentés par lui en 1826 (p. 41 et suiv.). Les premiers développements de la spore en sporophyme avaient été assez bien observés, et l'auteur, après avoir réfuté (p. 42 et 43) la comparaison faite par Vaucher entre les premières cellules du sporophyme et l'embryon des phanérogames, exposa avec une grande clarté que « le développement des spores n'est pas celui d'un embryon formé d'avance, mais que dans les Prêles, comme dans les autres cryptogames et en particulier dans les Fougères, la germination passe d'abord par l'état intermédiaire d'un embryon incomplet avant d'arriver à celui de la nouvelle petite plante, et que ce proembryon, composé seulement de tissu cellulaire, ne donne pour ainsi dire que le fond sur lequel doit se développer la véritable plante nouvelle, pourvue de vaisseaux » (p. 43).

Les observations de Bischoff sur le sporophyme se bornent donc à le considérer « comme fournissant la première nourriture à la plantule » (p. 43). Il ne paraît pas avoir soupçonné l'acte de fécondation dont le sporophyme doit porter les organes, bien qu'il ait dit : « Dans l'acte de la germination des cryptogames, le proembryon est en soi un organe plus important que les cotylédons de la graine, parce qu'il est obligé de donner l'existence à l'embryon proprement dit, avant de pouvoir remplir à son égard la fonction habituelle des lobes séminaux, laquelle paraît se réduire à la nutrition de l'embryon préexistant en même temps qu'eux dans la graine » (p. 43). Mais, je le répète, nul soupçon de la présence d'organes de fécondation. Ses semis de 1826 périrent d'ailleurs de très-bonne heure et probablement avant l'apparition de ces organes.

Dans l'automne suivant, Bischoff trouva près de Deux-Ponts un grand nombre de jeunes plantes d'*E. palustre*, et il publia la description et les figures de ces jeunes plantes et de leur sporophyme; mais cette fois ce dernier était trop avancé (*Entw. Eq.*,

p. 787) pour suggérer à cet excellent observateur l'idée d'y chercher les organes de fécondation. A part quelques erreurs d'appréciation presque inévitables à cette époque, ce mémoire se recommande par une exactitude parfaite dans la description et dans les figures.

M. Ad. Brongniart (*Hist. vég. foss.*, I, p. 104 et 105, 1828), après avoir rappelé que « Hedwig considère le globule central comme un ovaire surmonté d'un stigmate très-« court et les filaments comme quatre anthères portées sur leurs filets, » ajoute : « Peut-être serait-il plus naturel, d'après ce que nous connaissons actuellement sur « la structure des organes reproducteurs des plantes Phanérogames, de considérer « le globule comme un ovule surmonté de son mamelon d'imprégnation, et les quatre « filaments renflés comme quatre grains de pollen réunis deux à deux à la base de « l'ovule. »

Avec M. L. Reichenbach l'hypothèse prend une autre forme : elle affirme absolument et sans hésitation. Après avoir démenti les expériences de Willdenow, et formellement refusé aux spores des Lycopodiacées la faculté reproductive (*Flor. excurs.*, p. 152), cet auteur dit des Equisetum : « Flores insunt præformato-hermaphroditi numerosi, « conglobati. *Gynæc.* ovarium minimum globulosum vel subturbinatum. *Androc.* « staminodia bina basi cruciatim affixa, elongata, utrinque spathulata, polline repleta? « elastice ovarium circumvolventia. E germinatione potius *Cerioblastæ*, cotyledonibus « demum verticillatis » (*Flor. excurs.*, p. 154).

En 1833 M. H. Mohl publia dans le *Flora* des Observations sur la formation et l'organisation des spores. Il exposa que les élatères ne sont que les restes de la cellule-mère, et il émit l'idée que les cellules génératrices ne donnent naissance qu'à une spore au lieu de quatre, et qu'elles persistent au lieu d'être résorbées. Mais il ne dit rien de la reproduction (*Bemerk. Spor.*, p. 33-46).

Après ces travaux, les résultats des recherches sur la reproduction des cryptogames subirent un long arrêt de presque vingt ans, pendant lequel il se produisit pourtant encore une nouvelle opinion sur la fécondation des Equisétacées. Ce fut celle que M. Raspail émit dans son *Nouveau système de physiologie végétale et de botanique* (novembre 1836), et qui n'est qu'un emprunt, avec application aux Equisetum, des idées de Hedwig sur les organes mâles des Fougères. Suivant M. Raspail, « où cher-« cher l'appareil mâle des Equisetum, si ce n'est dans chacune des dents de la gaîne, « qui recouvre immédiatement le *chaton femelle* encore rudimentaire? Or, si l'on exa-« mine cette gaîne à cette époque, ou même après les premiers instants de sa déhis-« cence, on ne manque jamais de lui trouver une turgescence résineuse et dorée, « laquelle rappelle l'aspect et le *facies* des organes mâles des plantes, qui en pos-« sèdent sous des formes mieux caractérisées. Le chaton imprègne, en passant, cha-« cune de ses écailles ovariennes, avec l'*aura seminalis*, que recèlent les dents dorées

« de la gaîne qu'il fend; et après cette fécondation, chaque dent durcit et noircit, « comme les dents des gaînes inférieures qui avaient servi à féconder les entre-nœuds « de développement. A cette époque, on les trouve bordées d'une membrane blanche, « qui rappelle le tissu de certains *theca* épuisés de pollen » (t. II, p. 447, § 1905, *Observ.*)[1].

Le mouvement hélicoïde des spermatozoïdes avait été dès 1822 constaté sur les *Sphagnum* par Fréd. Nees d'Esenbeck et décrit dans le *Flora* de la même année; mais cette découverte semble avoir plutôt retardé qu'avancé celle des organes de fécondation des cryptogames vasculaires. La plupart des observateurs, à l'exemple de Hedwig, croyaient que sur ces dernières plantes, comme sur les Mousses, les spores étaient déjà fécondées. Ils s'obstinaient donc à chercher les organes de fécondation sur le végétal adulte, et les plus importantes découvertes sur la génération des Fougères ne furent faites qu'en 1844 et 1847 par M. Nägeli, en 1848 par M. Leszczyc-Suminski. Ce fut également en 1848 que les anthéridies et les spermatozoïdes des Equisetum furent observés POUR LA PREMIÈRE FOIS par M. Gustave Thuret et brièvement décrits par lui dans sa *Note sur les anthéridies des Fougères.*

A cette époque, les recherches sur la génération des cryptogames vasculaires se poursuivaient avec une grande activité. Le 6 novembre 1850 M. Milde présentait à l'Université de Breslau une thèse pour le doctorat, dont le sujet était *De sporarum Equisetorum germinatione.* Le jeune docteur mentionnait la découverte de M. G. Thuret, décrivait longuement et figurait la germination des spores (p. 8-14), la position des anthéridies et l'émission des spermatozoïdes (p. 14-18). A part l'anneau attribué aux anthéridies (p. 15) et dont nous avons parlé p. 99 et 100, tout ce qui est dit sur la position des anthéridies au sommet des lobes (p. 14), sur leur grandeur comparée à celle des anthéridies des Fougères (p. 15), sur leur mode de déhiscence (p. 15) est tout à fait exact. Les semis de M. Milde périrent avant de lui laisser voir des archégones. L'année suivante M. G. Thuret décrivit avec quelques détails et figura les anthéridies des Equisetum dans ses admirables *Recherches sur les zoospores des Algues et les anthéridies des Fougères.* Au même moment et dans le n° 4 du *Flora* de 1851,

[1] Le même ouvrage contient sur les Equisetum une foule d'assertions qui ne semblent résulter ni d'observations exactes ni de démonstrations rigoureuses. Il suffira de citer les suivantes :

« La tige porte en spirale des écailles hexagonales peltées » (I, p. 590, § 1231). « Elles (les spores) se composent d'une « vésicule transparente, contre les parois de laquelle serpentent deux spires en sens contraire l'une de l'autre, plus « un tissu cellulaire interne » (I, p. 591, § 1232). Tout ce paragraphe est de la même force, et on y lit que « le gros « globule jaune (la spore) est sans doute le produit de l'accouplement des deux spires » « Nous placerons les Équisétacées « dans les monocotylédones, parce que dans l'acte de leur germination, et par leur structure générale, ils se comportent « de la même manière que les monocotylédones » (I, p. 596, § 1238). « L'organe des Equisetum, unique organe sexuel « que l'on connaisse à ce genre, n'est qu'une spore emportant ses spires fécondatrices avec elle » (I, p. 598, § 1244). « Les organes reproducteurs sont des gros grains polliniformes, nés sur l'entrecroisement de deux spires » (II, p. 446, § 1905). « *Animalcules* spermatiques des végétaux ; grossières illusions, § 1666 » (II, p. 633 à la table des matières).

M. Hofmeister, rendant compte de la thèse de M. le docteur Milde, annonçait qu'il avait fait lui-même avec un plein succès des recherches sur la fécondation des Equisetum.

En effet, le savant micrographe de Leipzig publiait quelques mois plus tard son important Examen de la germination, du développement et de la fructification des cryptogames les plus élevés (Mousses, Fougères, Équisétacées, Rhizocarpées et Lycopodiacées) comparés à la fécondation des Conifères; et là il décrivit l'évolution des tiges, des gaînes, de l'épiderme, des vaisseaux, des rameaux et des racines, de l'appareil fructifère, des spores, des sporophymes, des anthéridies et des spermatozoïdes. Ce beau travail, avec les excellentes figures qui l'accompagnent, est incontestablement jusqu'ici ce qui a été publié de plus complet sur cette matière. L'auteur le termine par l'expression du regret de n'avoir pas vu les archégones.

Toujours dans cette même année 1851 (le 25 août) M. Milde communiqua à l'Académie des Curieux de la nature un Mémoire pour servir à l'histoire du développement des Equisetum, lequel ne parut qu'en 1852 dans les *Acta* de cette Académie. Ce travail, reproduction développée de la thèse précitée, contient d'abord, comme cette thèse, l'histoire des recherches relatives à la germination des spores des Equisetum, et ensuite l'organisation des spores et les divers états de leur développement en proembryon (sporophyme). La description des anthéridies et de leur contenu est moins complète que celle de M. Hofmeister, et ne contient pas l'histoire de la formation et de l'évolution de cet organe, auquel l'auteur continue à attribuer un anneau, qui n'existe pas. Les spermatozoïdes sont décrits avec détails, et, comme M. Hofmeister, M. Milde termine en exprimant ses regrets de n'avoir pas vu d'archégones.

A ce mémoire se joint un Supplément (p. 637-641), où l'auteur décrit de jeunes plantes d'Equisetum trouvées par lui sur les bords de l'Oder. Malgré quelques imperfections déjà signalées p. 114, ce Mémoire et son Supplément sont deux travaux très-importants et qui m'ont été particulièrement utiles.

Dans le *Flora* de 1852, n° 25, p. 385, M. Hofmeister publia ses excellentes observations Sur la germination des Equisetum, et décrivit, sans les figurer, les archégones de l'*E. arvense* et les premiers développements du pseudembryon et de la jeune plante.

La même année et dans le même journal (n° 32, août, p. 497), M. Milde fit paraître ses observations Sur les archégones de l'*E. Telmateia;* une planche est jointe au texte. Ces observations, avec quelques changements de rédaction, paraissaient simultanément dans le numéro du même mois du *Botanische Zeitung* (n° 32, août, 1852, p. 537). Deux figures sont intercalées dans le texte, et, comme la planche du *Flora*, elles représentent des archégones. Le savant botaniste de Breslau ne dit rien sur le développement de la jeune plante qui provient de l'archégone.

Cette lacune fut en partie comblée vers la fin de la même année 1852 par M. Hofmeister, qui, dans les Mémoires de la Société des sciences de Saxe, vol. IV, exposa et figura le développement de l'archégone, celui de la cellule reproductive et de la jeune plante qui en provient.

L'année suivante, Bischoff fit paraître dans le *Botanische Zeitung* des Remarques sur l'histoire du développement des Equisetum. Après un historique de la question, ce savant exposait quelques observations faites par lui en 1848 sur des sporophymes d'*E. sylvaticum;* puis il critiquait les dénominations d'*archégones*, de *spermatozoaires*, d'*anthérozoïdes*, de *prothallium* etc., ainsi que quelques détails des travaux de M. Milde. Ces remarques ne contiennent d'ailleurs rien de nouveau. Elles ont été reproduites en partie, avec les figures, dans les *Annales des sciences naturelles*, IIIe série., bot., t. XIX, p. 232 et suiv.

La Monographie des cryptogames vasculaires de la Silésie, communiquée par M. Milde à l'Académie des Curieux de la nature le 2 janvier 1852, et publiée l'année suivante dans les *Nova acta*, ne contient qu'un énoncé général sur la génération des Equisetum.

CHAPITRE V

De quelques opinions morphologiques et des anomalies

§ 1er. *Morphologie*

Mirbel a été le premier ou un des premiers à dire que « l'on peut considérer la « gaîne comme formée par la réunion de feuilles verticillées » (*Phys. végét.*, I, p. 387). Cette opinion a été successivement adoptée; et la plupart des auteurs qui se sont prononcés sur la nature des gaînes, les ont considérées comme des feuilles soudées et libres seulement à leurs extrémités[1]. S'il y a des dissidences sur ce point, je les ignore. Je mentionne donc cette opinion simplement pour mémoire, sans la discuter, sans y rien objecter; me bornant, ainsi que je l'ai déjà fait p. 12 et 58, à représenter, d'une part, que les parties dont la réunion constitue la gaîne, ne sont point à leur extrémité aussi essentiellement libres qu'on pourrait le croire et qu'elles ne s'isolent que par division mécanique; et, d'autre part, qu'il n'y a peut-être pas rigueur logique à refuser le nom de *feuilles* aux expansions aériennes des Fougères et à le donner à

[1] Ad. Brong., *Hist. vég. foss.*, I, p. 102; Al. Braun, *Sillim. Journ.*, p. 81; Koch, *Syn.*, 963; A. Richard, *Préc. bot.*, II, p. 50; Döll, *Fl. Bad.*, p. 53; Bernoulli, *Gef. Krypt. Schw.*, p. 64; etc.

des organes qui, sur les rhizomes les plus profonds des Equisetum, sont aussi complétement développés que sur leurs tiges.

M. Döll a émis sur les « verticilles de feuilles » une opinion que je dois rapporter et examiner, d'abord parce que toute opinion du savant botaniste de Carlsruhe mérite d'être citée, et ensuite parce que l'auteur lui-même provoque l'examen à ce sujet: « Mes recherches m'ont presque conduit à la certitude que les verticilles de feuilles d'Equisetum ne se composent pas seulement des gaînes libres, mais que chacun d'eux commence déjà à se développer au nœud précédent de la tige ou du rameau, couvre ensuite la tige tout le long d'un entre-nœud, et que ce n'est qu'au nœud suivant qu'il se détache comme gaîne libre en embrassant la base du nouvel entre-nœud et se terminant dans les pointes des dents. D'après cela, les tiges, aussi bien que les rhizomes, seraient recouverts, sur toute la surface et par entre-nœuds, d'un verticille foliaire soudé, et la base des entre-nœuds serait en outre entourée de l'extrémité libre du verticille foliaire précédent, c'est-à-dire de la gaîne libre.

« En faveur de cette opinion milite cette circonstance que, entre l'entre-nœud et la gaîne libre qui s'en détache à la partie supérieure, il ne se trouve aucune ligne de démarcation qui indiquerait que là est le point d'origine des feuilles. A l'extrémité de l'entre-nœud on voit alterner avec les feuilles la disposition des faisceaux vasculaires et des parties cellulaires, et, avec celles-là, les lacunes à air. Les canaux de l'entre-nœud inférieur cessent, et, un peu plus vers l'intérieur, entre les extrémités des canaux inférieurs, commence, en alternant, un nouveau cercle de pareils canaux. Au contraire, la masse cellulaire qui constitue l'enveloppe extérieure et qui entoure le canal angulaire souvent dilaté, se transforme, ainsi que les faisceaux vasculaires des angles, en la partie libre de la gaîne; celle-ci a donc son origine non à la base de cette partie libre, mais bien à la base de l'entre-nœud infraposé.

« En harmonie avec cette opinion se trouve la distribution égale des stomates sur les entre-nœuds des rejetons et sur leurs gaînes libres; et de plus il serait difficile de prouver que dans une autre famille quelconque les stomates se trouvent en aussi grand nombre sur les tiges des plantes » (*Fl. Bad.*, p. 55 et 56).

Le fait cité en dernier lieu à l'appui de l'opinion de M. Döll, savoir l'égalité de répartition des stomates sur les entre-nœuds et sur les gaînes, n'est point d'une exactitude générale; ainsi les tiges spicifères de l'*E. arvense*, et toutes celles de l'*E. maximum*, spicifères ou stériles, n'ont point de stomates aux entre-nœuds, tandis que leurs gaînes en sont richement pourvues. De plus la chlorophylle et les faisceaux de fibres corticales (*liber* de quelques auteurs, *faisceaux vasculaires des angles* de M. Döll) manquent absolument aux entre-nœuds des mêmes tiges, tandis qu'ils se trouvent à leurs gaînes. Ainsi donc il existe déjà, sur ces espèces, une ligne de démarcation indiquant le point où commencent les gaînes.

Si les autres espèces ne présentent pas à l'extérieur des différences aussi frappantes, elles offrent, ainsi que les premières, dans leur structure intérieure des différences très-considérables, qui marquent nettement que la gaîne n'est pas simplement la prolongation du revêtement extérieur des entre-nœuds. En effet, comme nous l'avons vu p. 48 et 49, les faisceaux fibro-vasculaires ne passent point sans modification de l'intérieur d'un entre-nœud dans la gaîne qui le surmonte ; mais vers chaque nœud il existe des groupes de cellules courtes, striées ou spiralées, d'où ils sortent, ou, si l'on veut, auxquels ils aboutissent en suivant des directions très-différentes pour se rendre soit dans la gaîne, soit dans l'entre-nœud inférieur ou supérieur. Il y a donc là, à l'intérieur, une ligne, ou plutôt un plan de différences indiquant une modification profonde et l'origine d'un organe.

Si l'opinion de M. Döll était complétement exacte, c'est-à-dire si les gaînes commençaient dès la base de chaque entre-nœud, en formaient le revêtement extérieur et s'en détachaient au nœud suivant, il s'ensuivrait que les côtes des entre-nœuds seraient en quelque sorte les pétioles décurrents des « feuilles ; » que le cylindre externe serait constitué par leur réunion et que dès lors ce cylindre devrait renfermer tous les tissus élémentaires des gaînes. Or il n'en est rien. Tous les éléments des deux cylindres d'un entre-nœud se retrouvent dans sa gaîne, et la lacune qui y existe quelquefois est celle du cylindre interne. Mais, comme nous l'avons vu, les éléments de ce cylindre se modifient tous entre l'entre-nœud et la gaîne. Donc il n'est pas exact de dire que la gaîne « a son origine à la base de l'entre-nœud, qu'elle en forme l'enveloppe extérieure (äussere Haut), et se détache ensuite comme simple continuation de cette enveloppe, sans ligne de démarcation et sans différence d'organisation. » L'assertion n'aurait pas même une exactitude générale, si on la réduisait à l'épiderme, car sur certaines espèces, l'épiderme des gaînes n'est pas identique à celui des entre-nœuds (voy. p. 28).

Puisque, d'une part, la gaîne renferme tous les tissus des deux cylindres de l'entre-nœud presque semblablement disposés, puisque, d'autre part, l'apparition et surtout l'évolution de la gaîne précède celle de l'entre-nœud, et que c'est de la base de la gaîne que naissent d'abord les tissus de l'entre-nœud infraposé, il semble qu'au lieu de faire de la gaîne une simple prolongation de l'enveloppe des entre-nœuds, il serait plus naturel de dire que l'entre-nœud est la continuation inférieure de la gaîne. Chacune des divisions de l'entre-nœud répondant à une division de la gaîne, serait alors considérée comme le pétiole de cette expansion foliacée ; et de même que le stipe ou le rhizome des Fougères est formé par la réunion, autour d'un centre médullaire, des pétioles qui le parcourent bien au-dessous de leur point d'émersion, un entre-nœud d'Equisetum serait constitué par la réunion de pétioles régulièrement verticillés, qui courent sur toute sa longueur. Mais cette manière de considérer l'entre-nœud et la

gaîne comme ls développement et la continuation l'un de l'autre, au-dessus et au-dessous du nœud, n'est pas mieux en harmonie avec ce que nous avons vu p. 58, 59 et 61, de l'évolution de la gaîne et de celle de l'entre-nœud, puisque la gaîne se développe par sa base contre le nœud adjacent, et que l'entre-nœud qu'elle surmonte se développe par sa base contre le nœud inférieur. Il me paraît donc plus sage de me borner à constater ce qui est, et de m'abstenir de toute hypothèse morphologique.

Les rameaux naissent immédiatement au-dessous des gaînes. Cette loi est si absolue que ni les mutilations, ni les déformations, ni les « monstruosités » n'amènent jamais une exception[1]. En même temps ces rameaux émergent, comme nous l'avons vu p. 13 et 65, dans les sillons, c'est-à-dire sur la ligne commissurale des divisions de la gaîne ou « feuilles » de Mirbel; de telle sorte que, au lieu d'être supérieurs et axillaires à ces divisions, ils leur sont latéraux et inférieurs. A la sortie de terre des tiges stériles de l'*E. maximum*, les entre-nœuds, qui plus tard seront très-longs, sont alors extrêmement courts, et par conséquent les nœuds sont presque contigus. Les gaînes, qui sont déjà complétement développées ou à peu près, se recouvrent les unes les autres. A ce moment les verticilles des jeunes rameaux commencent déjà à se montrer, et, par suite du rapprochement des nœuds et de l'alternance des parties, chacun de ces rameaux paraît naître exactement à l'aisselle d'une des divisions de la gaîne inférieure qui les recouvre. La concordance est tellement parfaite que, si les choses restaient en cet état, on n'hésiterait pas un instant à dire les rameaux axillaires aux divisions de la gaîne. C'est peut-être cette circonstance, ou la constatation de quelque circonstance analogue, qui a porté M. Döll à essayer de faire rentrer la ramification des Equisetum sous la grande loi de l'axillarité des bourgeons, et à dire que les rameaux des Equisetum sont axillaires, non à la gaîne qu'ils touchent, mais à celle qui recouvre la base de leurs entre-nœuds (*Flor. Bad.*, p. 56). Pour que les rameaux de la partie supérieure d'un entre-nœud fussent axillaires aux divisions de la gaîne qui est à la base du même entre-nœud, il faudrait que ces rameaux et cette gaîne, malgré la distance qui les sépare, provinssent d'un même nœud et appartinssent au même verticille. Dans ce cas leurs vaisseaux auraient une origine commune. Or il

[1] Rien n'est plus facile que de constater la position relative des rameaux. C'est donc avec surprise qu'on lit dans Payer : « Immédiatement *au-dessus* des gaînes naissent souvent des rameaux verticillés » (*Bot. Crypt.*, p. 213; 1850). L'auteur attribue cette opinion à Mirbel, sans citer toutefois l'ouvrage où il l'a prise. Or, dans les *Élém. de phys. vég. et de bot.*, I, p. 387, à l'article ÉQUISÉTACÉES, on trouve en effet à peu près cette phrase, mais avec le mot *dessous*. On croirait à une faute d'impression si l'auteur n'avait ajouté : « Cette organisation ne diffère point de celle du *Casua-* « *rina* que l'on prendrait volontiers, si l'on ne connaissait sa fleur et son fruit, pour une Prêle en arbre. » Comme les rameaux verticillés des *Casuarina* naissent *au-dessus* des gaînes, on voit qu'il y a eu méprise. M. Raspail dit aussi : « Les chatons du *Taxus* ont exactement la structure de l'épi des Equisetum..... Les genres *Ephedra* et *Casuarina* ont « exactement le port et la structure caulinaire d'un Equisetum arborescent » (*Phys. vég.*, II, p. 156). D'une vague ressemblance dans l'aspect extérieur à un rapport essentiel de *structure*, il y a loin.

est loin d'en être ainsi. L'examen analytique des tissus nous a montré que le faisceau vasculaire qui se rend à la base d'un rameau provient de la réunion de deux petits faisceaux, lesquels, au lieu de venir d'un même groupe de l'entre-nœud, se détachent latéralement chacun d'un groupe différent. Au contraire, le faisceau vasculaire qui parcourt la ligne médiane de la division de la gaîne infraposée à un rameau, et à laquelle ce rameau serait axillaire, se rattache à un seul et même faisceau vasculaire de l'entre-nœud qui est inférieur à cette gaîne, et dès lors différent de l'entre-nœud supportant le rameau que l'on voudrait dire axillaire à cette gaîne. L'étude de la première apparition et de l'évolution d'un bourgeon à rameau s'ajoute à ce qui précède pour démontrer péremptoirement que la formation du rameau a lieu au nœud contre lequel il émerge, qu'il n'y monte pas de l'aisselle des « feuilles » du nœud inférieur, que rien ne le relie à ce verticille de « feuilles, » et que les faisceaux vasculaires de l'un et de l'autre se rattachent à ceux de deux entre-nœuds différents (voy. p. 49 et 66).

Je dois me hâter d'ajouter que M. Döll cite au même lieu ce fait que « les *Lycopodiacées*, les *Marsilea* et les *Pilularia* ont des rameaux latéraux et non axillaires à leurs feuilles; ce qui diminue l'importance de la question. » Comme la loi de l'axillarité des bourgeons n'est pas applicable aux cryptogames, sur lesquels un bourgeon peut naître au-dessus, au-dessous, à côté d'un pétiole ou même sur un pétiole (voy. Ad. Brongniart, *Hist. vég. foss.*, II, p. 30; Hofmeister, *Kenntn.*, *Gef. krypt.*, p. 630, 649; Mettenius, *Seitenkn. Form.*, p. 611, 627; J. Duval-Jouve, *Pét. Foug.*, p. 3, 4, 19; pl. I, fig. 16, et pl. II, fig. 21 B), il n'y a pas lieu d'essayer de rattacher les Equisetum à cette loi, et il suffit de constater exactement comment les parties sont disposées et comment s'en fait l'évolution.

Par sa position et par ses formes, l'anneau se montre comme un intermédiaire entre les gaînes et les verticilles sporangifères; il représente assez bien les feuilles supérieures d'un grand nombre de phanérogames, lesquelles ne sont pas encore des enveloppes florales, mais ne sont plus des feuilles proprement dites. L'anneau est sujet à présenter des irrégularités qui sont en même temps la conséquence et la manifestation de sa nature intermédiaire. Tantôt il conserve encore quelques traces d'expansion foliacée, qui simulent une gaîne incomplète, et même au-dessous de lui peuvent apparaître des rameaux comme sur l'*E. sylvaticum;* tantôt il porte déjà sur ses bords quelques sporanges plus ou moins réguliers, arrivant ainsi par anticipation à cette fonction suprême de reproduction vers laquelle toute la plante aspire et qui est réservée aux verticilles supérieurs. En citant des faits semblables, M. Milde s'exprime ainsi : « J'ai souvent observé sur les *E. Telmateia* et *arvense* comment cet organe (l'anneau) se développe peu à peu (allmählig höher wird) et se transforme, soit partiellement, soit complétement, en une gaîne; souvent tous les passages de l'anneau à la gaîne

complète se montrent sur un seul et même individu. L'anneau se trouve parfois aussi au milieu de la tige, ce qui est la preuve la plus forte de sa nature. J'ai constaté aussi, sur les deux mêmes espèces, que l'anneau le plus rapproché de l'épi portait à quelques lobes isolés des sporanges ovales qui étaient remplies de spores. Quelques-uns de ces lobes montraient déjà leur transformation en réceptacles, en ce qu'ils se séparaient de l'anneau sous forme de petites feuilles isolées.»

« L'anneau peut donc se transformer tantôt en une gaîne, tantôt en un verticille de réceptacles, et peut, en conséquence, être regardé, avec un droit égal, comme une gaîne avortée, ou comme un verticille de réceptacles avortés ; il est pour ainsi dire un intermédiaire qui, selon les circonstances, peut se transformer en l'un ou en l'autre » (*Kenntn. Eq.*, p. 608 et 586).

Entièrement d'accord avec ce savant botaniste sur la nature intermédiaire de l'anneau, je ne peux néanmoins adopter ni sa théorie ni ses expressions, quand il dit qu'un « anneau se développe (höher wird) » en se montrant à l'état de gaîne.

La gaîne ou, pour parler avec plus de généralité, les feuilles des végétaux sont des appendices, des organes accessoires, utiles sans doute, et quelquefois même indispensables comme organes de protection et de nutrition, mais enfin ce ne sont que des organes accessoires qui peuvent manquer, qui manquent même très-souvent dans presque toutes les familles, sans que le végétal en soit moins ce qu'il est. Les organes reproducteurs, au contraire, sont les organes essentiels, essentiels au premier chef, parce qu'ils assurent la propagation de l'espèce, parce que sans eux le végétal ne continuerait pas à être. Ils remplissent la fonction la plus élevée, celle qui résume toutes les autres et qui en est le terme et la fin suprême, celle à laquelle toutes les autres fonctions et tous les actes de la vie végétale ne semblent qu'une préparation et une aspiration. Les organes reproducteurs sont donc les organes les plus élevés, les plus parfaits, ceux qui renferment en eux la vie ultérieure du végétal, le végétal futur, réduit à ses éléments essentiels, mais complet. S'ils sont les plus élevés, ce sont ceux que l'on doit prendre pour terme final de comparaison dans l'appréciation du développement successif des organes préparatoires et accessoires. La feuille se développe et s'élève à mesure qu'elle cesse d'être feuille pour devenir enveloppe florale. L'étamine est d'un degré supérieur au pétale ; et, si par les manœuvres habiles de nos jardiniers la plante est arrêtée dans son développement final et demeure à un degré inférieur, il ne faut pas voir, par exemple, dans le remplacement des étamines par des pétales, une transformation, une élévation, un développement, mais bien plutôt un arrêt, une dégradation, un avortement si l'on veut. La feuille est plus apparente sans doute, plus grande dans l'espace, mais non dans l'ordre des fonctions ; elle s'élève et se développe vraiment en devenant bractée ou enveloppe florale ; mais si l'enveloppe florale se montre sous forme de bractée ou de feuille, il n'est plus permis de dire qu'elle s'est

développée, que les sépales, par exemple, se sont développés en feuilles, mais bien qu'ils se sont arrêtés à l'état de feuilles et n'ont pu s'élever à celui de sépales. S'il est permis de dire que l'anneau ou les lobes de l'anneau se développent en sporanges et s'élèvent par anticipation à un degré supérieur, il ne peut être permis de dire que ces parties se développent en gaîne, quand elles s'arrêtent par anomalie à ce degré inférieur.

Dire que « l'anneau peut, *avec le même droit*, être considéré comme une gaîne *avortée* ou comme un verticille de sporanges *avortés*, » c'est exclure toute rigueur de langage des considérations morphologiques. L'anneau est déjà plus qu'une gaîne; il n'est pas encore un verticille d'organes reproducteurs; il est au-dessus de l'un et un état de transition vers l'autre; il n'est ni l'un ni l'autre à l'état d'avortement. Si un anneau se trouve au milieu d'une tige, c'est par anticipation et développement prématuré, ou encore parce que les verticilles supraposés, au lieu de s'élever au degré supérieur d'organes reproducteurs, se sont arrêtés à l'état de gaînes par défaut d'action vitale.

En botanique, comme partout, un organe avorté est celui qui, après avoir commencé à se développer, s'arrête, s'atrophie et périt, comme, par exemple, les spores qui s'arrêtent à l'avant-dernier degré d'évolution et demeurent impropres à la reproduction (p. 93-95). Dans la comparaison des organes d'un rang supérieur, les sporanges, avec l'anneau, le terme « avorté » ne pourrait leur être appliqué (et encore sans grande rigueur de langage) que si, à la place normale d'un verticille de sporanges, se trouvait un anneau. Mais dans la comparaison de l'anneau avec les gaînes qui sont d'un rang inférieur, dire de lui qu'il est une gaîne avortée, sera toujours et absolument une expression impropre et fausse. Comme les feuilles en général, les gaînes des Equisetum résultent de la simple multiplication du tissu celluloso-vasculaire; elles s'arrêtent à la première période d'évolution. L'organe reproducteur résulte, non plus d'une multiplication de tissus toujours identique à elle-même, mais de la série des modifications qui atteignent ces tissus; ainsi dans l'évolution d'un sporange et de son contenu, on peut compter jusqu'à onze périodes successives, toutes différentes (p. 76-84). Or un organe dont les parties élémentaires ont passé par toutes les phases de l'évolution normale, et qui, dans la série des fonctions, est dès lors plus rapproché de la fonction finale et suprême, ne saurait être considéré comme un avortement ou une déformation de l'organe inférieur dans cette même série. Si l'anneau, supérieur à la gaîne, est une gaîne avortée, les sporanges, supérieurs à l'anneau, sont des anneaux avortés ou déformés, et les spores, supérieures aux sporanges, sont des sporanges déformés ou avortés. Il ne saurait en être ainsi. L'organe reproducteur, spore, embryon, graine, n'est point un organe avorté, déformé, transformé. Il est ce qu'il doit être; il est arrivé à ce qu'il devait être, et chacun des autres organes intermé-

diaires s'est arrêté à son point dans la série des actes d'évolution et dans la suite des fonctions. Il n'y a donc point, à mon avis, exactitude et rigueur logique, à prendre un organe accessoire et inférieur, la feuille, le plus éloigné peut-être du terme, comme celui auquel on rapporte tout dans les considérations morphologiques, et j'aimerais mieux renverser les rapports, partir de l'organe final et considérer la feuille comme organe incomplet, inachevé, arrêté aux premières modifications cellulaires, que de considérer les organes reproducteurs comme des déformations ou des transformations de la feuille. J'insiste trop longuement sur ce point; je le reconnais. Mais je vois dans les expressions qui ont cours le reflet d'une idée inexacte qui fausse toutes les considérations morphologiques.

A mesure que les organes accessoires ou foliacés se rapprochent des organes essentiels ou reproducteurs, nous les voyons, sur les tiges des phanérogames, se réduire dans toutes leurs dimensions, se modifier dans leur forme et souvent même dans leur coloration. A la feuille succède la bractée, à celle-ci l'écaille, puis apparaît le pédoncule. Celui-ci, considéré avec raison comme un rameau ou axe d'un autre ordre, supporte d'autres verticilles d'expansions foliacées arrivées à l'état d'enveloppes florales, et enfin relie les organes reproducteurs à l'axe principal de l'inflorescence. La réduction des parties de l'anneau nous indique qu'il en est de même sur les Equisetum, et que les expansions foliacées vont disparaître et faire place aux rameaux supportant les organes reproducteurs. Les verticilles des pédicelles sporangifères me paraissent en effet répondre exactement à des verticilles de rameaux, dépourvus de gaîne caulinaire et de gaîne basilaire, comme sur tant de phanérogames les expansions foliacées « manquent soit à l'origine des inflorescences géné-« rales ou partielles, soit à celle de chaque fleur en particulier » (Ad. Juss., *Élém. bot.*, p. 225).

Mais cette manière de considérer les pédicelles n'est peut-être pas aujourd'hui généralement partagée. Je mentionnerai, sans les discuter, les opinions de M. Lindley et de Bischoff, qui ont regardé chaque sporange comme correspondant à une seule loge de l'anthère (Lindl., *Introd. nat. syst.*, p. 311) ou à une anthère complète (Bischoff, *Lehrb. Bot.*, p. 441), et l'opinion émise par M. H. Mohl « que le réceptacle des Equisetum provient d'une feuille de la hampe même, et représente en quelque sorte le connectif d'une anthère démesurément grossi, et que les sporanges situés à sa face inférieure correspondent aux loges isolées d'une anthère » (*Morph. Spor.*, p. 10). Plus récemment M. Milde s'est ainsi exprimé sur ce point : « Les carpophores (Fruchtträger) sont disposés, comme les rameaux, en verticilles superposés, et chacun d'eux, ainsi que nous l'apprennent de nombreuses monstruosités, peut être considéré comme une feuille métamorphosée (*Gef. Crypt. Schl.*, p. 413). Dans tous ses travaux sur les Equisetum, ce savant botaniste a émis la même opinion et s'est complu à accumuler

les exemples de « feuilles » ou de « lobes de l'anneau » transformés en *sporanges* (voy. particulièrement *Gef. Crypt. Schl.*, p. 475).

J'ai été moi-même assez heureux pour rencontrer des exemples de presque toutes les *monstruosités* citées; car ces anomalies par anticipation ne sont pas rares sur les *E. maximum*, *arvense*, *littorale* et *limosum*. J'ai pu en outre constater que quand les divisions de la gaîne se chargent de sporanges, ceux-ci sont quelquefois disposés avec une certaine symétrie, un vers la pointe et un de chaque côté, mais le plus souvent ils sont irrégulièrement placés.

Ainsi pour moi, comme pour M. Milde, le passage des divisions de la gaîne ou de l'anneau à l'état de sporanges est un fait acquis. Mais jamais je n'ai vu la « feuille » passer à l'état de pédicelle terminé par un clypéole et supportant un verticille régulier de sporanges. M. Milde n'en rapporte pas d'exemple, et les anomalies qu'il cite en si grand nombre n'établissent, je le répète, que le passage des divisions de l'anneau ou des divisions de la gaîne à l'état de sporanges.

Les considérations suivantes me portent à penser que les pédicelles répondent plutôt à des rameaux qu'à des parties de gaînes.

Le mode d'apparition et d'évolution d'un verticille de pédicelles sporangifères ressemble, ainsi que nous l'avons vu p. 77, non à celui d'une gaîne dont les parties sont soudées, mais bien à celui d'un verticille de rameaux dont les parties sont isolées.

Je possède une tige d'*E. palustre* v^as^ *polystachyon*, sur laquelle chacun des rameaux d'un verticille *placé au-dessous d'une gaîne* est directement passé à l'état de pédicelle terminé par un clypéole régulier et un verticille de sporanges[1].

Les pédicelles sporangifères des Equisetum, ainsi que les pédoncules chez les phanérogames, sont des axes de second ordre, ayant un centre comme une tige, comme un rameau, et l'analogie générale commande d'abord, et presque avant tout examen, de les rapporter aux rameaux, comme on y rapporte les pédoncules des phanérogames. Si le pédicelle répondait à une « feuille », il serait, comme elle, non un axe de second ordre, mais simplement un appendice latéral, avec des faces dissemblables, ainsi que le sont les sporanges et les divisions des clypéoles. On conçoit bien, et c'est d'ailleurs un fait avéré, que l'anneau et la gaîne puissent passer à l'état de sporanges, parce que les sporanges sont des appendices latéraux comme les feuilles; mais on ne conçoit pas, et les faits manquent pour l'établir, qu'ils puissent passer à celui de pédicelle, parce que le pédicelle est un axe de second ordre. Lorsque les parties de l'anneau ou des gaînes s'élèvent par anticipation à l'état de sporanges, elles ne se changent point

[1] Il me semble que les fig. 27 et 28 de la pl. XXXII, *Gef. Crypt. Schl.*, de M. Milde, représentent le même fait; mais l'imperfection du dessin des sporanges ne me permet pas de l'affirmer.

en pédicelles avec verticille de sporanges terminal, mais directement et sans intermédiaire en sporanges dirigés presque parallèlement à l'axe de la tige. Ces sporanges occupent toujours ainsi la face extérieure de la gaîne ou de l'anneau, et ne constituent jamais de verticilles complets, comme ceux que l'on voit sous les clypéoles, mais seulement des fragments de verticilles, qui n'ont d'autre axe et d'autre centre commun que le centre et l'axe de la tige. De telle façon que si la tige était coupée immédiatement au-dessus d'un anneau ou d'une gaîne sporangifère et qu'on rapprochât un peu tous ces fragments de verticilles, on aurait un verticille de sporanges complet, sous un vaste clypéole dont la tige serait le pédicelle.

Sur les espèces dont l'épi est obtus, cet épi se termine par un clypéole plus ou moins régulier, à la face inférieure duquel sont suspendus trois ou quatre sporanges. Le pédicelle de ce clypéole n'est plus un axe de second ordre; il est la prolongation de la tige elle-même, et pour celui-ci le doute n'est vraiment pas possible.

Il me semble que ces faits nous révèlent suffisamment que les choses ne se passent pas autrement pour les pédicelles, les clypéoles et les sporanges ordinaires. Le pédicelle étant considéré comme un rameau, son expansion terminale, le clypéole, peut être considéré comme son premier et unique verticille foliaire dont les divisions seraient encore soudées à leur base. Et si maintenant on veut bien se rappeler que dans chaque division de la gaîne ou « feuille » la face supérieure est celle qui est appliquée contre la tige, et l'inférieure celle qui est extérieure, on verra de suite que les sporanges et leur contenu sont disposés à la face inférieure de cette expansion foliaire, et que la face supérieure est sans organes reproducteurs, absolument comme sur les Fougères. Cette analogie nouvelle vient à l'appui de l'opinion suivant laquelle je considère les pédicelles comme répondant à des rameaux sans gaîne basilaire, et les sporanges comme répondant aux divisions de l'expansion foliaire.

Je viens de dire que le clypéole terminal des épis obtus supporte trois ou quatre sporanges. Le plus ordinairement ces sporanges sont mal conformés, et les spores qu'ils contiennent sont dénuées de matière verte et dès lors stériles. Il est évident qu'il y a eu là arrêt par épuisement, comme au sommet des épis d'un grand nombre de phanérogames. Souvent ce défaut d'action se manifeste d'une autre manière sur ce même clypéole terminal. Ses sporanges s'arrêtent à un degré rudimentaire à peine reconnaissable, et les divisions de l'expansion foliaire, au lieu de s'étaler en clypéole, demeurent rapprochées, se soudent entre elles, se durcissent et se prolongent en une pointe centrale. Les stries qui la sillonnent en révèlent d'abord la nature, que la plus simple analyse fait ensuite reconnaître avec certitude. Cet *acumen* ne se rencontre qu'exceptionnellement sur les *E. arvense*, *pratense*, *sylvaticum* et *palustre;* il est, au contraire, sur le groupe des *Hyemalia* assez constant pour constituer un caractère distinctif. C'est ainsi que sur certaines Labiées on voit l'épi se terminer constamment par un bouquet

de feuilles colorées, après que le végétal est devenu impuissant à produire des verticilles floraux reproducteurs. Quelquefois cet arrêt se manifeste dès le milieu de l'épi, et au lieu de produire des pédicelles et des sporanges, la force organisatrice n'aboutit plus qu'à des verticilles foliaires ou gaînes qui parfois interrompent seulement l'épi, ou d'autres fois en remplacent complétement la partie supérieure. Ces derniers cas sont fréquents sur les épis qui terminent les rameaux allongés de l'*E. arvense*, forma serotina *polystachyon*. Ce sont des cas d'anomalies par rétrogradation, ou plutôt par arrêt, à opposer aux cas d'anticipation. C'est ainsi encore que sur de nombreux phanérogames, et en particulier sur les Labiées, on voit l'épi s'interrompre et les verticilles de pédicelles florigères être remplacés par des verticilles d'expansions foliacées. Ces verticilles foliaires avaient disparu aux approches de l'épi, ils reparaissent par suite d'un arrêt qui abaisse tout d'un degré et ne permet plus l'apparition des rameaux florifères. Et de même que sur les phanérogames il n'est pas pour cela permis d'identifier les rameaux florifères avec les bractées qui paraissent les remplacer, il me semble qu'il ne l'est pas davantage de rapporter les verticilles de pédicelles sporangifères aux verticilles foliaires ou gaînes qui, dans les anomalies par arrêt, semblent également en occuper la place.

Je n'insiste pas davantage. A mon avis, l'important n'est pas de savoir si tel organe répond ou non à tel autre, mais bien de connaître exactement l'évolution, la structure et la fonction des divers organes. Et ce n'est qu'après la parfaite acquisition de ces connaissances pour les principales familles, que deviendront possibles des considérations morphologiques rigoureuses. Avant ce moment, appuyées sur des connaissances incomplètes, elles sont prématurées; et, si quelquefois et par hasard elles peuvent jeter un peu de lumière sur un point, elles ne cessent pas pour cela d'être plus conjecturales que scientifiques, et dès lors elles nous exposent le plus souvent à faire fausse route. L'histoire des opinions sur la reproduction des cryptogames, et particulièrement sur celle des Equisetum, en est une preuve remarquable. Tant qu'on a essayé de résoudre la question par des analogies, on s'est plus éloigné que rapproché de la solution. Ce sont des considérations morphologiques qui ont égaré Hedwig, cet éminent observateur, et qui ensuite ont inspiré à MM. L. Reichenbach et Raspail les affirmations les plus erronées. Des connaissances positives et vraiment scientifiques n'ont été obtenues qu'à mesure que Willdenow, Vaucher[1], M. Nägeli, M. G. Thuret ont étudié sur des semis la reproduction des cryptogames, sans se préoccuper du rapport que leurs organes reproducteurs pouvaient présenter avec ceux des autres plantes. *Voir venir les choses est le meilleur moyen de les expliquer* (Turpin).

[1] Malgré les expériences qui lui avaient démontré « que le grain vert est bien la semence des Prêles, » Vaucher était tellement dominé par les analogies qu'avait indiquées Hedwig, qu'il se demande encore « si les quatre filets ne seraient pas des étamines » (*Mon. Prél.*, p. 22). Cette page est très-curieuse à lire.

§ 2. *Anomalies*

Ce que je viens de dire des considérations morphologiques, je le pense à plus forte raison des opinions tératologiques. Il me semble qu'elles n'auront une valeur vraiment scientifique que lorsque l'on connaîtra à fond les lois de l'évolution élémentaire de chaque organe. Alors seulement l'on pourra rapporter les anomalies aux lois générales, et reconnaître avec certitude comment dans chaque anomalie l'application de ces lois a été modifiée par défaut ou par excès, par simultanéité accidentelle remplaçant la succession ordinaire ou par succession substituée à la simultanéité normale. L'étude des anomalies ne se bornera plus à citer et à décrire des faits plus ou moins isolés ou en apparence contradictoires, à les qualifier de « dégénérescences ou d'ennoblissements, d'écarts de la régularité habituelle ou de retours accidentels au type régulier, » mais cette étude pourra être soumise à une direction philosophique et aboutir à une savante unité. En l'état je ne trouve point en moi le degré de savoir nécessaire pour donner à des considérations tératologiques une valeur autre que celle d'une pure hypothèse. C'est pourquoi je m'abstiendrai avec tout le soin possible de ces considérations, apportant le même soin à noter les diverses anomalies qu'il m'a été donné de constater.

J'essaierai seulement de les citer avec ordre ou, si l'on veut, de les classer, et cela simplement afin d'en faciliter la comparaison par ce rapprochement, et afin surtout de pouvoir les rappeler par leur numéro d'ordre ou leur désignation, et de ne pas répéter la description d'une même anomalie après celle de chaque espèce sur laquelle elle peut se présenter. Je parlerai d'abord des anomalies qui changent l'aspect ordinaire des individus, puis de celles qui modifient seulement la forme de quelque partie, et en dernier lieu de celles qui troublent les fonctions de reproduction.

1° *Racines naissant sur des tiges enterrées.* — J'ai vu et j'ai pu obtenir cette anomalie sur les tiges des *E. arvense*, *littorale*, *limosum*, *ramosissimum*, *variegatum*, *trachyodon* et *hyemale*. Je n'ai pu la déterminer sur l'*E. palustre*, et n'ai point expérimenté sur les autres espèces (voir p. 9 et 10).

2° *Rameaux naissant sur des rhizomes déterrés.* — J'ai constaté et déterminé la présence de cette anomalie sur les *E. arvense*, *ramosissimum*, *variegatum* et *hyemale* (voir p. 9 et 10).

3° *Tiges ordinairement nues devenant rameuses après une mutilation.* — Les tiges de l'*E. hyemale* sont à l'état normal entièrement nues, et sur d'innombrables quantités que j'en ai vues à Strasbourg, où cette espèce est un objet de commerce, je n'en ai pas vu une seule qui eût des rameaux. Mais si une tige est mutilée, les bourgeons

à rameaux se développent immédiatement au nœud le plus rapproché de la mutilation. Le même fait se reproduit sur les tiges de l'*E. trachyodon* et sur celles de l'*E. variegatum*. Si ces dernières sont atteintes à leur sommet par une gelée tardive, elles produisent immédiatement quelques rameaux. Les tiges d'*E. ramosissimum* coupées dans les prés au mois de mai produisent, dès le mois suivant, aux nœuds inférieurs subsistants une grande quantité de rameaux longs et grêles, qui ont un aspect cespiteux et ont été pris plus d'une fois pour l'*E. variegatum*[1]. Sur ces espèces ces rameaux tardifs portent quelquefois des épis.

4° *Tiges spicifères propres devenant rameuses vers le bas.* — Ordinairement après la sporose les tiges spicifères propres des *E. arvense* et *maximum* ne tardent pas à se flétrir et à disparaître. Mais il arrive aussi que *dans des lieux qui ont été inondés pendant le premier printemps*, la partie supérieure des tiges de la première espèce est seule à se faner un peu; la moitié inférieure persiste en se courbant quelquefois légèrement. Alors les bourgeons à rameaux qui, à l'état expectant, existaient aux nœuds inférieurs se développent en rameaux de quelques centimètres de long. En même temps les côtes deviennent plus prononcées, et les stomates se développent dans les sillons qui se colorent en vert. Les stomates sont disposés comme sur les tiges stériles ordinaires, mais les cellules à chlorophylle ne conservent pas exactement la position qu'elles occupent sur ces tiges, et elles pénètrent irrégulièrement et quelquefois très-profondément vers l'intérieur. J'ai déterminé artificiellement la production de cette anomalie[2], et je l'ai trouvée quelquefois aussi sur l'*E. arvense* dans des prés d'Alsace; elle est très-commune dans certaines localités d'Europe (Milde, *Gef. Crypt. Schl.*, p. 422), mais comme elle dépend des circonstances extérieures, elle ne se produit pas tous les ans dans les mêmes localités. Quelquefois même elle existe sur un même rhizome à côté d'une tige spicifère normale. Bischoff, qui, le premier, je crois[3], a nettement signalé et décrit cette forme (*Krypt. Gew.*, p. 46), avait donc eu raison de ne la considérer que comme un état exceptionnel et accidentel. M. Milde (o. c., p. 421) ne la regarde également que comme une forme passagère et non comme une variété.

[1] On produit le fait à volonté sur toutes les espèces du groupe *Hyemalia*, en coupant la partie supérieure de tiges placées dans un vase rempli d'eau. En 1856 j'en avais mis dans une boîte d'herborisation avec de la mousse humide et, après en avoir étudié quelques-unes, j'oubliai les autres. Du 24 février au 27 mars elles produisirent des rameaux de vingt à vingt-deux millimètres. Je les mis alors dans un vase avec de l'eau, et en juin ces rameaux atteignaient quinze à dix-huit centimètres.

[2] Je prenais de bonne heure, et avant l'émission des spores, une tige spicifère d'*E. arvense* avec son rhizome, et, après avoir enlevé l'épi avec précaution et sans meurtrir les tissus de la partie inférieure, je plaçais cette partie et le rhizome indifféremment dans de la mousse mouillée, ou dans de la terre très-humectée, ou dans un vase ayant quatre ou cinq centimètres d'eau, et au bout de vingt à vingt-cinq jours des rameaux se montraient aux nœuds inférieurs. L'expérience n'a jamais manqué.

[3] Leysser (*Fl. Hal.*, n° 1019) et Roth (*Tent. fl. germ.*, IV, p. 6) semblent bien mentionner cette forme; mais leurs expressions ne sont pas assez précises pour permettre une affirmation.

Elle a pourtant figuré comme telle plus d'une fois, sous les noms d'*irriguum* et de *frondescens*. C'est à cette forme que M. Milde, après comparaison des échantillons originaux (*Gef. Crypt. Schl.*, p. 422), rapporte l'*E. riparium* Fries (voy. Döll, *Fl. Bad.*, p. 58).

Sur l'*E. maximum* la même anomalie se réduit à l'apparition des rameaux, et les entre-nœuds de la tige demeurent toujours sans stomates et sans chlorophylle. Elle est très-rare sur cette espèce, du moins en France, car dans quelques contrées d'outre-Rhin elle est si fréquente qu'elle semble la forme normale, et que c'est elle que Roth et Schreber ont décrite sous le nom d'*E. eburneum*. M. Al. Braun l'a signalée en 1843 comme variété qu'il a nommée *frondescens*.

Cette anomalie se complique, mais très-rarement, d'une autre, consistant en ce que ces rameaux anormaux se terminent eux-mêmes par de petits épis.

On conçoit facilement que cette anomalie ne se constate d'une manière bien tranchée que sur les tiges spicifères propres des deux espèces précitées, attendu que ces tiges sont ordinairement nues; mais le principe auquel elle se rattache, savoir le développement des bourgeons qui se trouvent à l'état expectant sous tous les nœuds, occasionne à tout instant, sans qu'on les remarque, les mêmes faits sur les *E. limosum*, *palustre* et *ramosissimum*.

Ce développement est même un fait constant et une loi sur deux de nos espèces, *E. sylvaticum* et *E. pratense;* et, malgré cela, il détermine encore une anomalie sur la première des deux, savoir l'apparition de rameaux immédiatement au-dessous de l'anneau. Anomalie assez rare en France, mais qui doit être bien plus fréquente en Suisse, puisque M. Bernoulli, toujours si exact, mentionne la présence de rameaux au-dessous de l'anneau comme un caractère distinctif de l'*E. sylvaticum* (*Gef. Krypt. Schw.*, p. 69).

5° *Tiges ordinairement stériles devenant spicifères.* — L'anomalie précédente consiste en ce que les tiges spicifères propres des *E. arvense* et *maximum* se revêtent, contre l'ordinaire, de verticilles de rameaux. Celle-ci est précisément l'inverse, c'est-à-dire que quelques-unes des tiges stériles des mêmes espèces, vertes, richement ramifiées et d'une structure tout à fait normale, au lieu de demeurer stériles comme à l'ordinaire « sont terminées par des épis très-bien formés qui donnent des graines « fécondes..... Quelquefois elles ont de plus leurs rameaux pourvus d'épis plus petits « et fructifères » (Vaucher, *Mon. Prêl.*, p. 364). Cet auteur n'avait vu cette anomalie que sur des tiges d'*E. maximum* recueillies près de Berne. Je l'ai trouvée sur l'*E. arvense* près de Schlestadt et de Strasbourg, et sur l'*E. maximum* près de Lisieux. Elle ne me paraît pas très-fréquente; quand elle se montre, elle est rarement aussi simple que dans la description qui précède, et le plus souvent l'épi de la tige et ceux des rameaux présentent encore les anomalies suivantes n°s 6 et 7.

Si la précédente anomalie est attribuée à un excès d'humidité, celle-ci a été par plusieurs botanistes considérée comme un effet de la sécheresse. M. Francis dit même qu'on peut la produire à volonté « sur des pieds cultivés d'*E. Telmateia* en plaçant les pots dans un lieu sec » (*Anal. brit. ferns*, p. 76); il cite M. Wilson comme étant de cette opinion que partage également M. Edw. Newman (*Brit. ferns*, p. 73). Pour ma part, je ne l'ai trouvée que dans des endroits secs, sur le haut de digues dont les talus étaient alors couverts de longues tiges toutes stériles. Les épis ne portaient presque que des spores imparfaites.

Cette anomalie, plus constante que la précédente, ne se reproduit pas cependant avec régularité sur les mêmes rhizomes, ni dans les mêmes lieux. Elle n'en a pas moins été élevée à la dignité d'espèce par K. F. Schultz (1819), qui en a fait son *E. campestre*, puis ramenée au rang de variété par G. F. W. Meyer (1836), *E. arvense* v^as *serotinum*.

Cette dernière dénomination, assez généralement adoptée pour désigner cette anomalie sur les *E. maximum*, *sylvaticum*, *pratense* et *arvense* (voy. Milde, *Gef. Crypt. Schl.*, p. 422, 428, 433 et 439) fait allusion à l'apparition *tardive* des épis de cette forme, et, à ce titre, me paraît devoir donner lieu à une observation. Il est d'abord évident que cette anomalie ne peut se constater que sur les quatre espèces précitées, à tiges spicifères non conformes et *vernales*. La plupart des autres espèces sont en sporose à peu près pendant toute l'année, je veux dire pendant toute la belle saison depuis la mi-avril jusqu'à la fin de septembre, et dès lors leurs tiges ne peuvent se distinguer en *præcoces* et *serotinæ*. A mesure que leurs bourgeons apparaissent sur les rhizomes, ils sortent et se développent en tiges stériles ou spicifères. Il n'en est point de même des premières espèces, *E. maximum*, *sylvaticum* et *arvense*. Leurs bourgeons de tiges stériles ou spicifères apparaissent sur les rhizomes dès le mois de juin: les spicifères sont, en août et septembre, si complétement formées que leurs épis ont des sporanges parfaits et des spores vertes avec des élatères; néanmoins, dans les cas ordinaires, les tiges provenant de ces bourgeons ne sortent pas de terre à cette époque, et elles ne se montrent qu'au printemps suivant. Comme alors elles sont en retard presque d'un an sur les tiges spicifères de l'*E. palustre*, par exemple, qui, après avoir commencé en même temps à l'état de bourgeon, auraient répandu leurs spores en août ou septembre, elles méritent plutôt le nom de *serotinæ* que celui de *præcoces*. Et si, comme cela arrive en effet, quelque pied des *E. arvense* et *maximum*, favorisé par les circonstances, vient à produire ses tiges spicifères dans le courant de l'automne[1], c'est prématuré et *præcox* qu'il faudrait le dire et non en retard et *seroti-*

[1] M. Milde a vu des « hampes » d'*E. Telmateia* sortir de terre en octobre; « elles provenaient, suivant ce savant botaniste, de bourgeons dont le développement avait été favorisé par un sol très-gras » (*Kenntn. Eq.*, p. 587). J'ai vu le même fait pendant un automne très-chaud et humide se produire en Alsace sur les *E. maximum* et *arvense*.

num[1]; à moins qu'il ne fût bien constaté que les bourgeons de ces tiges, déjà formés pendant l'été précédent, ne sortent et ne se développent réellement qu'après les autres.

6° *Interruption des épis.* — Au-dessus des verticilles inférieurs de l'épi apparaissent une ou plusieurs gaînes, soit régulières, soit en partie passées à l'état d'anneaux ou de sporanges, soit même quelquefois accompagnées de courts rameaux. Ces gaînes sont ou rapprochées ou un peu espacées, et au-dessus d'elles l'épi recommence avec ou sans anneau et se termine normalement. De telle sorte que la tige offre comme deux épis placés l'un au-dessus de l'autre. J'ai vu sur l'*E. littorale* une double interruption qui simulait trois épis superposés. Ordinairement les gaînes de l'interruption sont un peu plus petites que les autres, et un peu moins vertes ainsi que les entre-nœuds qui les séparent. Quelquefois encore l'épi est interrompu par un anneau plus ou moins régulier ou chargé sur ses lobes de quelques sporanges.

7° *Terminaison irrégulière des épis.* — Les gaînes qui viennent remplacer les verticilles de sporanges ne cèdent pas toujours devant un retour de ces verticilles, et souvent elles les remplacent définitivement; ce qui a lieu de deux manières. Ou bien elles sont espacées par des entre-nœuds, et, avec ou sans rameaux, elles constituent au-dessus de l'épi une extrémité de tige stérile tout à fait semblable aux extrémités normales. On a appelé, à tort selon moi, cette forme *proliferum.* Ou bien quelques gaînes en très-petit nombre sont très-rapprochées et terminent l'épi par une houppe foliacée; on a appelé cette forme *comosum* (voy. ci-dessus p. 144). Dans l'un comme dans l'autre cas, quelques-unes des divisions des gaînes portent parfois des sporanges plus ou moins mal formés. Cette anomalie et la précédente accompagnent assez souvent l'anomalie n° 5, et elles sont toutes deux assez fréquentes sur les *E. pratense* et *littorale.* M. Milde a décrit et figuré cette double anomalie sur l'*E. arvense* (*Kenntn. Eq.*, p. 571, pl. LIV, fig. 3-4).

Quelquefois encore le clypéole aplati qui constitue le sommet obtus de l'épi de certaines espèces est remplacé par un acumen tout à fait analogue à celui qui termine normalement les épis du groupe des *Hyemalia.* Je renvoie à ce qui a été dit p. 143 de cette anomalie constatée par M. Milde sur les *E. sylvaticum* et *palustre* (*Gef. Crypt. Schl.*, p. 434 et 462), par M. Cosson sur l'*E. palustre* (*Flore envir. Paris*, 2e éd., p. 880, et *Bull. Soc. bot. Fr.*, VIII, p. 297 et 368), et par moi sur les *E. arvense*, *pratense*, *sylvaticum* et *palustre.* Comme je l'ai trouvée sur des échantillons recueillis au hasard ou envoyés par des correspondants, j'ai lieu de coire que cette anomalie se

[1] Par la même raison le *Narcissus serotinus*, qui forme ses bourgeons en été et produit des fleurs de suite, mérite le nom de *præcox*, car il est en avance sur les plantes qui, comme le *Leucoium vernum*, ont leurs fleurs, leurs étamines, leur pollen complétement formés avant l'hiver, mais ne sortent qu'au printemps, et sont dès lors en retard de toute la durée de l'hiver, *serotinæ.*

rencontrerait assez fréquemment si on recherchait avec attention. J'ai quelquefois trouvé des épis d'*E. ramosissimum* terminés par un clypéole obtus.

8° *Anneau au milieu des tiges.* — Je n'ai vu qu'un seul cas de cette anomalie sur un *E. littorale*, et comme l'épi portait moins de verticilles qu'à l'ordinaire, il m'a paru que cette anomalie peut rentrer dans le n° 6, *Interruption des épis*, et que des gaînes sont venues remplacer les verticilles inférieurs d'un épi dont l'anneau seul avait abouti.

9° *Pluralité des anneaux et anneaux incomplets.* — La pluralité des anneaux est très-fréquente sur les tiges spicifères propres de l'*E. maximum*. J'en ai vu jusqu'à trois assez distants les uns des autres et parfaitement réguliers. M. Milde fait mention d'un épi d'*E. pratense* au-dessous duquel étaient quatre anneaux écartés ; « l'inférieur et le supérieur avaient la forme normale; les deux intermédiaires étaient à moitié transformés en gaînes » (*Gef. Crypt. Schl.*, p. 442). Le plus souvent, et particulièrement sur les *E. arvense* et *littorale*, la pluralité des anneaux est accompagnée d'irrégularités consistant en ce qu'une partie des lobes de l'anneau s'est élevée à l'état de sporanges. Alors la gaîne immédiatement inférieure passe à l'état d'anneau, mais seulement du même côté et sur une largeur correspondant exactement à celle de la partie de l'anneau chargée de sporanges (pl. X, fig. 14). Entre cette partie et le premier verticille de sporanges, d'une part, et la gaîne infraposée, d'autre part, les entre-nœuds ne se sont pas allongés. Du côté opposé, et sur lequel chaque verticille est resté à l'état normal, les entre-nœuds se sont allongés à peu près comme à l'ordinaire; il en résulte que le « pédoncule » se courbe et que l'épi s'incline. C'est un signe qui permet de reconnaître facilement et de loin les sujets sur lesquels existe une de ces anomalies.

10° *Entre-nœuds du rhizome renflés en tubercules* (voy. p. 6 et 7, et pl. I, fig. 1, 2, 4, 5). — La tuberculisation qui, chez certaines plantes, est un état habituel, n'a pas été observée sur toutes les espèces d'Equisetum, et n'est pas également constante sur tous les sujets des espèces où elle a été constatée.

11° *Gaînes disposées en crête.* — A la suite d'une lésion ou d'une gène qui a existé pendant l'évolution des organes, un ou deux entre-nœuds demeurent très-courts. Sur la même région la tige se courbe et se tord; les gaînes se détachent et sont refoulées sur un des côtés en forme de crête ondulée. M. Moquin-Tandon cite des faits semblables sur des *Galium*, des *Mentha* et des *Valeriana* (*Térat. vég.*, p. 181 et 182). M. Milde a signalé et figuré cette déformation (*Kenntn. Eq.*, pl. LVI, fig. 44), et je l'ai moi-même assez fréquemment rencontrée sur les *E. arvense*, *limosum*, *palustre*. Quelquefois la crête latérale formée par la gaîne obéit un peu elle-même à la torsion et forme ainsi un passage à l'état anomal suivant. D'autres fois les divisions de ces gaînes refoulées latéralement sont séparées par des déchirures si profondes qu'elles sont

presque isolées jusqu'à leur base. M. Milde, après avoir cité et figuré (*Kenntn. Eq.*, p. 608, pl. LV) une déformation de l'*E. littorale* sur laquelle les divisions de la gaîne étaient isolées, ajoute: «Cette monstruosité montre très-bien que la gaîne en général peut être considérée comme une soudure (Complex) de petites feuilles réunies par la croissance et dont les bouts libres forment les dents.» En matière d'interprétation d'une anomalie, j'avoue la faiblesse de mon esprit et son impuissance absolue à comprendre qu'une déformation accidentelle et sans permanence nous montre comment nous pouvons considérer l'état ordinaire et permanent des choses. En suivant l'évolution des gaînes, je vois leurs divisions se développer en restant unies et se déchirer ensuite mécaniquement, et je ne puis les considérer comme essentiellement soumises à une autre loi. L'isolement accidentel des divisions de la gaîne, leur disposition anomale en ligne latérale ou en spirale ne peuvent me porter à soustraire par la pensée les organes foliaires des Equisetum à la loi constante qui les force à se développer unis et à se disposer en verticilles, pour les considérer comme soumis à la loi de la disposition en spirale. Une bifurcation accidentelle ne peut me faire regarder les tiges des Equisetum comme soumises à une loi de dichotomie. Je ne puis considérer les choses autrement qu'elles se montrent, une anomalie autrement que comme une anomalie, c'est-à-dire comme une déviation dans l'application de la loi permanente, par défaut, par excès, ou par intervention de toute autre circonstance accidentelle, et non comme la révélation d'une loi autre que la loi permanente.

12° *Gaînes disposées en spirale.* — Vaucher, qui paraît avoir le premier constaté cette anomalie sur une tige stérile de l'*E. maximum* recueillie près de Thun, l'a décrite en ces termes: «Les verticilles sont contournés en spirale depuis la base de «la plante jusqu'à son sommet» (*Mon. Prêl.*, p. 364, pl. II A). M. Moquin-Tandon mentionne «la même anomalie retrouvée à Meudon par A. de Jussieu (*Térat. vég.*, p. 181). M. Milde a mentionné et représenté à plusieurs reprises cette anomalie, notamment *Kenntn. Eq.*, p. 593, pl. LVI, fig. 40, 41 (*E. Telmateia*); fig. 43 (*E. pratense*); fig. 44 (*E. palustre*); p. 601, fig. 45 et p. 602 (*E. limosum*); *Gef. Crypt. Schl.*, pl. XXXVI, fig. 55 (*E. limosum*). Dans le *Flora* de 1858 (n° 5, 4 février, p. 69; et fig. 3 et 4 de la pl. II) M. P. Reinsch publia une notice Sur le passage des verticilles d'une tige estivale d'*E. Telmateia* en une spirale non interrompue, avec des considérations mathématiques sur ce phénomène. Cette notice peut se résumer en ce qui suit. Après le douzième entre-nœud se trouvait une spirale continue, occupant la place de plusieurs entre-nœuds et au-dessus de laquelle les verticilles recommençaient. Le verticille immédiatement inférieur à la spirale comptait vingt-huit parties ou divisions, et celui qui lui était immédiatement supérieur en présentait trente. La spirale en portait deux cent trois. En divisant ce nombre par vingt-neuf, moyenne des deux verticilles extrêmes, M. Reinsch montre que la spirale représentait sept verticilles.

Dans le *Flora* de 1860 (nº 47, 21 décembre, p. 737-740, et fig. 9 de la pl. VII), le même auteur publia un complément d'observation. Il cite un nouvel exemple de verticilles déroulés en spirale, différent du premier en ce que la spirale terminait la tige stérile, et il s'en sert pour confirmer ses considérations et en même temps pour corriger ce qu'il y avait de trop absolu dans sa manière de regarder la série numérique des rameaux comme une progression arithmétique.

13º *Bifurcation des tiges.* — Cette anomalie n'est pas très-rare sur les *E. arvense* et *palustre*, et elle se présente sous deux formes différentes. 1re *forme.* La tige s'aplatit et s'élargit en véritable fascie sur trois ou quatre entre-nœuds, et, à partir d'une gaîne, la division a lieu. Sur une tige d'*E. palustre* recueillie à Haguenau, chacune des tiges résultant de la division demeure fasciée, et se bifurque de nouveau au quatrième entre-nœud au-dessus de la première bifurcation. Sur une autre tige de la même espèce, recueillie au même lieu et sur le même rhizome, l'expansion fasciée se termine par une division en trois petites tiges situées dans un même plan. 2e *forme.* La division commence immédiatement dans une gaîne et sans être précédée d'aucune apparence de fasciation; c'est à peine si la gaîne où apparaît la division est à sa partie inférieure un peu élargie sur les côtés. Vaucher mentionne cette anomalie sur l'*E. maximum :* « la hampe était divisée jusqu'à la base en quatre ou cinq épis partiels » (*Mon. Prél.*, p. 364). M. Milde cite une tige de la même espèce, bifurquée vers son milieu, avec l'une des tiges de la bifurcation disposée en spirale (*Kenntn. Eq.*, pl. LVI, fig. 40), et une tige d'*E. pratense* sur laquelle cinq petites tiges jaillissaient d'une gaîne commune (*Gef. Crypt. Schl.*, p. 443, pl. XXXV, fig. 52) et plusieurs autres exemples.

14º *Bifurcation des épis.* — 1re *forme.* L'épi terminal se divise en deux sur un point quelconque de son étendue, au-dessus de l'anneau. 2e *forme.* La division commence dans la dernière gaîne et chaque épi a un « pédoncule » et un anneau. M. Milde a figuré plusieurs fois cette anomalie (*Gef. Crypt. Schl.*, pl. XXXII, XXXIV et XXXV, et *Kenntn. Eq.*, pl. LIV, fig. 2).

15º *Pluralité d'épis sur un épi mutilé.* — Je dois à M. le docteur Warion une tige spicifère d'*E. maximum* recueillie par lui près de Metz le 28 avril 1859, sur laquelle l'épi, tout à fait normal à sa partie inférieure, avait été coupé au-dessus du sixième verticille; sa cavité intérieure était béante et sur les bords s'élevaient verticalement et en cercle sept épis; chacun d'eux avait neuf verticilles et la grosseur d'un épi terminal d'*E. palustre.* Cette anomalie, figurée pl. VIII, fig. 36, n'est qu'un cas particulier, mais fort curieux, de l'anomalie nº 3.

16º *Gracilité.* — Plusieurs espèces et notamment les *E. palustre*, *limosum*, *ramosissimum*, *variegatum* et *hyemale*, offrent des sujets à formes si grêles et si chétives qu'on peut être tenté de les prendre et qu'on les a pris souvent pour des variétés ou

même pour des espèces. Ainsi les formes grêles de l'*E. palustre* ont fourni l'*E. prostratum* Hoppe, la ve *nudum* Duby, la ve *tenue* Döll; celles de l'*E. limosum* ont occasionné l'*E. uliginosum* Mühlb., qui, pour M. Al. Braun, est la ve *minus;* celles de l'*E. ramosissimum* ont produit l'*E. elongatum* etc. Sur ces individus ainsi réduits il n'est pas rare de rencontrer des sporanges et des spores mal conformés.

Il est incontestable que, dans la plupart des cas, il n'y a que simple appauvrissement et que les influences locales suffisent pour l'explication de ces anomalies; ainsi j'ai trouvé la forme constituant la ve *minus* de l'*E. limosum* à celle des extrémités de rhizomes qui était hors de l'eau, tandis que sur le reste des rhizomes, dans le fossé, les tiges atteignaient 1^{m},70, et des faits analogues sont fréquents sur les *E. littorale, palustre*, *ramosissimum.*

Mais dans beaucoup d'autres cas on voit ces différences de taille exister et se perpétuer dans la même localité sur des groupes de rhizomes s'étendant à côté de sujets vigoureux; elles ne peuvent alors être attribuées ni aux influences du sol ni à celles de l'altitude et de la température etc. J'ai remarqué que ces différences, qui vont jusqu'à l'anomalie, n'existent à ce degré que sur les espèces qui émettent des spores pendant toute la belle saison, et particulièrement sur les espèces portant à leurs rameaux des épis plus tardifs que celui de la tige principale. Et alors je me suis posé cette question : ne serait-il pas possible que les spores des épis des rameaux, provenant d'une plante déjà fatiguée, donnassent naissance à des sujets plus faibles, qui, à côté des sujets forts, sembleraient constituer des variétés?

17° *Infécondité des spores.* — On a dejà observé et constaté depuis plusieurs années que les spores de l'*E. littorale* sont en général mal formées et impropres à la reproduction. M. Milde, à diverses reprises (*Gef. Crypt. Schl.*, p. 457; *Eq. litt.*, p. 30 etc.), a tiré de cette circonstance et de plusieurs autres, il est vrai, la conclusion que cette plante n'est qu'un hybride. Je ne veux rien objecter à l'opinion de ce savant botaniste; mais comme j'ai trouvé assez fréquemment des spores bien constituées sur cette plante, et que, d'autre part, j'ai très-fréquemment trouvé des spores infécondes et des sporanges mal conformés sur des individus à constitution appauvrie appartenant à toutes les espèces, je me suis demandé si les *E. littorale* et *trachyodum,* dont les rhizomes rampent d'une manière démesurée, ne devraient pas à cette circonstance l'infécondité de leurs spores. La fructification de la plupart des graminées et des autres plantes stolonifères avorte constamment quand leurs stolons sont très-étendus, et n'aboutit que si les stolons sont supprimés ou seulement arrêtés par un obstacle (voir ci-dessus p. 94 et 95, et *Annotations à la fl. de Fr. et d'All.*, p. 112).

J'ai déjà mentionné p. 93 et 94 comment, sur certains pieds à développement luxuriant, la mauvaise conformation et l'infécondité des spores peuvent aussi bien résulter d'un excès que d'un arrêt dans la multiplication des cellules-mères.

TABLEAU RÉSUMÉ DES ANOMALIES

ET DES ESPÈCES SUR LESQUELLES ELLES ONT ÉTÉ OBSERVÉES

Nos	NATURE DE L'ANOMALIE.	MAXIMUM.	SYLVATICUM.	PRATENSE.	ARVENSE.	LITTORALE.	LIMOSUM.	PALUSTRE.	RAMOSISSIMUM.	VARIEGATUM.	TRACHYODON.	HYEMALE.
1	Racines sur tiges enterrées				C[1]	C	C		CC	CC	C	C
2	Rameaux sur rhizomes déterrés				C				C	C		
3	Tiges rameuses après mutilation								CC	C	C	C
4	Tiges spicifères devenant rameuses . . .	R			R							
5	Tiges stériles devenant spicifères	R	*		R							
6	Epis interrompus					C	R					
7	Epis irrégulièrement terminés		R	R	R	R	R	R				
8	Anneau au milieu des tiges					R						
9	Irrégularités de l'anneau	CC	C		CC	CC	C		C			
10	Tubercules	C	C		CC	CC		C				
11	Gaînes en crête				C		C	C				
12	Gaînes en spirale	C			R		R	R				
13	Bifurcation des tiges				R			R				
14	Bifurcation des épis		*					*				
15	Pluralité d'épis sur épi mutilé	RR										
16	Gracilité					C	C	C	C	C		R
17	Infécondité des spores	R			R	!	C	C	C	R	!	C

[1] C signifie commun. — CC = très-commun. — R = rare. — RR = très-rare. — * = Non trouvé en France. — ! = Presque constant sur l'espèce.

DEUXIÈME PARTIE

Classification. — Description

CHAPITRE PREMIER

Place de la famille

Les Equisetum ont été très-anciennement connus, comme l'attestera l'histoire des vertus qu'on leur attribuait, mais ce n'est que dans des temps relativement très-récents qu'on s'est occupé sérieusement de la place à leur assigner dans l'ensemble des végétaux.

G. Bauhin les jette, sans dire pourquoi, dans la seconde section de son livre premier, avec les *Juncus* et les *Cyperus*, au beau milieu des Graminées. Je ne cite ce grand botaniste que parce que je retrouve comme un écho de son opinion dans Mirbel, (*Anat. Prêl.*, p. 445), dans De Candolle (*Org. vég.*, I, p. 230), et dans Bischoff (*Krypt.*, *Gew.*, p. 28), lorsque ces auteurs font mention du rapport que la gaîne des Equisetum leur paraît établir entre ces plantes et les Graminées.

Nous avons vu p. 122 que Tournefort (1700) les plaça dans ses plantes dioïques à côté du Houblon et de la Mercuriale, et que J. Ray leur assigna la même place, quoiqu'avec doute (*Meth. plant.*, p. 20, 1703).

Dillenius (1717) fut le premier, je crois, à signaler les rapports des Equisetum avec les *Capillaires* ou Fougères (*Diss. epist.*, p. 58); il les plaça donc parmi les Fougères, en justifiant ce rapprochement et en combattant l'erreur commise par Tournefort (*Nov. gen.*, p. 88).

Dans le *Genera plantarum* et le *Species plantarum*, Linné plaça constamment les Equisetum dans sa vingt-quatrième Classe, la Cryptogamie, et en tête des Fougères. Mais tout nous révèle ses indécisions à cet égard. En effet ses *Fragmenta methodi naturalis* (*Philos. bot.*, p. 27 et suiv.) ne contiennent aucune mention de ce genre. Dans les *Ordines naturales* qui terminent les éditions du *Genera plantarum* postérieures à la sixième, on voit le genre *Equisetum* mentionné le dernier du *LI Ordo*, CONIFERÆ, ainsi qu'il suit:

«? Equisetum (filicis pollen).»

Il paraît toutefois que si Linné avait été un instant entraîné par l'analogie des formes extérieures, qui existe, d'une part, entre l'épi des Equisetum et l'inflorescence des fleurs mâles de quelques Conifères, et, d'autre part, entre les articulations des Equisetum et celles des *Ephedra* (*Præl. ord. nat.*, p. 592), il n'avait jamais cessé de reconnaître les rapports plus essentiels qui les unissent aux Fougères. En effet, dans ce que Fabricius et Giseke nous ont conservé des Leçons de Linné, on trouve les explications suivantes:

« LV ordo, FILICES.

« I. *Filices fructificationibus spicatis.*

« EQUISETUM ratione floris cum *Taxo* et *Ephedra* fere convenit, et tamen huc pertinet, quod sane singulare. TOURNEFORT illud a Filicibus separavit, et unam peltam « fructum, alteram florem masculinum proferre credidit. Fructificatio enim ex peltis « in spicam positis constat, quæ figuram habent subrotundam et sub valvulis inflexis « pulverem continent. Equisetum articulatum est, et omnes verticilli pyxidatim se « invicem excipiunt» (*Præl. ord. nat.*, p. 597).

Les botanistes qui adoptèrent le système sexuel de Linné continuèrent à comprendre les Equisetum dans le premier Ordre de la *Cryptogamie*, c'est-à-dire dans les Fougères. Schreber, dans l'édition du *Genera plantarum* qu'il donna en 1791, les en sépara, et les rangea, avec les Lycopodes et les Rhizocarpées, dans son premier Ordre qu'il appela *Miscellaneæ*. Roth adopta ce nom et cette classification. Willdenow fut le premier à les considérer comme constituant à eux seuls un ordre particulier, qu'il nomma GONOPTERIDES, *Gliederfarrn*, *Fougères articulées;* il le plaça en tête de la Cryptogamie, à côté des *Stachyopterides* ou Fougères en épi, et rejeta ses *Hydropterides* (Rhizocarpées) à l'autre extrémité des Fougères (*Grundr. d. Kräuterkunde*, 1792; et *Sp. pl.*, V, p. XXXXI, XXXXV et 1, 1810). G. F. Hoffmann en fit à son tour ses *Peltata*, et les plaça entre ses *Radicalia* (*Pilularia*, *Isoetes* etc.) et ses *Annulata* (*Polypodium* etc.) (*Deutschl. Fl.*, 1795).

Les auteurs de systèmes naturels ont été moins d'accord. Adanson, ne tenant pas compte de la structure anatomique, ne connaissant pas encore le mode de reproduction des Equisetum, les classa, comme les autres végétaux, en considérant le nombre

des ressemblances extérieures, et fut ainsi nécessairement amené à les rapprocher des Conifères. Il les plaça donc dans sa cinquante-septième Famille, les Pins, à la suite du genre *Casuarina* (*Fam. Plant.*, II, p. 477, 1763). De Lamarck les comprit dans ses Fougères sous le nom de *Fougères fausses* (*Fl. fr.*, I, p. 3, 1778).

Le *Genera plantarum* de A. L. de Jussieu (1789) les mentionna dans la première Classe et le cinquième Ordre, à la suite des Fougères, à côté des *Salvinia* et de l'*Isoetes*, sous la rubrique : « V. *Fructificatio minus nota. Plantæ filicibus affines.* »

De Candolle en fit, d'après L. Cl. Richard, une famille particulière, sous le nom de *Equisetaceæ*, Ordo X (*Fl. fr.*, p. 580, 1805, et *Syn. pl.*, p. 118, 1806); et il les sépara des Fougères par les *Lycopodiaceæ* et les *Rhizospermæ*. Sprengel, qui les avait d'abord rangés parmi ses *Pteroides* (*Anleit. z. Kenntn. d. Gew.*, IIIe part., 1804), les en éloigna dans la deuxième édition du même ouvrage (1817), et les plaça comme genre isolé en supplément après les Rhizospermes. Oken les comprit avec les *Chara* dans la XIe Tribu de sa 3e Classe, parmi les *Pflaumen-Drossler*, dans le voisinage de l'*Ephedra* et du *Casuarina* (*Lehrb. Naturg.*, 2e part., 1825). El. Fries les classa d'abord parmi les Fougères (*Syst. orb. veget.*, 1825); mais vingt ans plus tard il les mit comme appendix, tout en les notant «Acotyledones,» dans sa XIe Classe Iulifloræ, à la suite de sa LXXXIIe Famille, *Coniferæ*, et tout à côté des *Callitriche* et des *Chara* (*Sum. veget. Scand.*, p. 59). Bischoff, qui mentionna la plupart des opinions précédentes, repoussa « la réunion des Equisetum aux Fougères, à cause des particularités de leur structure et surtout de leurs organes reproducteurs. » Il les considéra « comme un sous-ordre à part, occupant un rang systématique égal à celui des Fougères propres » (*Krypt. Gew.*, p. 55), et il plaça ses Equisetеæ entre les *Characeæ* et les *Rhizocarpeæ*. M. Lindley rangea les Equisetum, comme famille, dans sa grande Classe des *Gymnospermes*, auprès des Conifères (*Nat. syst. bot.*, p. 317, 1826).

M. L. Reichenbach place les *Salviniaceæ* parmi les *Musci*, conserve les *Marsileaceæ* parmi les Fougères, qu'il ne décrit pas, place les *Isoetes* avec les *Potamogeton*, puis viennent les Glumacées, les Iridées, les Liliacées etc., et enfin les *Lycopodiaceæ* et les *Equisetaceæ* réunies aux Conifères et aux Thyméléacées etc. (*Flor. excurs.*, p. xiv et 153), en appuyant toute cette complication sur des considérations physiologiques absolument hypothétiques, sur celle-ci, par exemple, que les *Equisetum Telmateia* et *arvense* sont dépourvus de vaisseaux spiralés (voir ci-dessus p. 46 et 84, note); ce qui, à son avis, « refutat systema quod plantas in cellulosas et vasculosas distinguit » (p. 154).

La plupart des hésitations et des contradictions qui précèdent étaient sans doute permises à une époque où l'on ne connaissait ni les organes reproducteurs, ni le mode de fécondation, ni les premiers développements des Equisetum, mais il me semble que M. Henderson allait beaucoup trop loin quand il disait encore en 1842 : « La place des Equisetum est si douteuse que de très-éminents botanistes ne paraissent pas

fixés sur le point de savoir s'ils doivent les ranger parmi les phanérogames ou parmi les cryptogames (*Reprod. Eq.*, p. 567).

Depuis cette époque les doutes ont bien diminué, si non cessé, et les Equisetum se placent au nombre des Cryptogames vasculaires, et, comme famille à part, dans le voisinage des Fougères. Koch (*Syn. fl. germ.*) et M. Ad. Brongniart (*Énum. gen.*, p. 51, 1850) les en séparent par les *Marsileaceæ* et les *Lycopodiaceæ;* M. Grenier (*Fl. Fr.*) et M. Hofmeister (*Vergl. Unters.*, p. VII et 89) les placent entre les Fougères et les Rhizocarpées; Ach. Richard (*Préc. bot.*, II, p. 50), M. Bernoulli (*Gef. Krypt. Schw.*, p. 64), M. Döll (*Fl. Bad.*, p. 53), ainsi que M. Milde (*Gef. Crypt. Schl.*, p. 386), entre les Fougères et les Lycopodiacées.

On semble donc d'accord aujourd'hui pour placer cette famille à côté des Fougères, et, à mon avis, avec pleine raison. Le mode général de reproduction s'opérant, comme celui des Fougères, au moyen de spores qui se développent en sporophymes et sur lesquels apparaissent les deux organes de fécondation, ainsi que le pseudembryon ou nouvelle plante, on ne voit pas bien ce qui peut s'opposer au rapprochement des Equisetum et des Fougères.

Si l'on compare une tige d'Equisetum avec une fronde de Fougère, on trouvera à première vue que l'apparence extérieure, aussi bien que la structure intérieure, semblent ne présenter que des différences. En effet, 1° une fronde de Fougère est un appendice latéral dont le pétiole et l'expansion foliacée, symétriques, il est vrai, par rapport à leur ligne médiane, ont une face supérieure et une inférieure très-dissemblables, et elle ne présente point, comme les Equisetum, un axe central autour duquel toutes les parties de l'organisation s'ordonnent circulairement; de plus on remarque que tout est verticillé sur les Equisetum, disposition qui semble ne pas appartenir aux Fougères; 2° enfin, les sporanges sont ordinairement placés à la face inférieure des frondes de Fougères, et, sur les Equisetum, rien ne semble rappeler cette disposition.

Mais ces différences sont-elles aussi réelles et aussi essentielles qu'elles paraissent d'abord évidentes?

1° Si la fronde d'une Fougère est évidemment un organe latéral, il ne convient point de la comparer avec la tige complète d'un Equisetum; la comparaison n'est permise qu'entre deux organes latéraux, par exemple entre une fronde et l'une des divisions de la gaîne, ou entre deux tiges ou axes principaux, par exemple entre une tige d'Equisetum et une tige complète de Fougère. Or, en faisant cette dernière comparaison, on est trop porté, ce semble, à attribuer aux Fougères un rhizome traçant ou rampant. Même sous notre climat de France, vingt-neuf espèces sur un total de quarante-trois mentionnées dans la Flore de MM. Grenier et Godron, c'est-à-dire une très-forte majorité de vingt-neuf contre quatorze, n'ont point de rhizome traçant à

pétioles simplement alternes et espacés, mais bien des tiges déterminées, où les pétioles sont, avec un ordre rigoureux et selon des nombres invariables, régulièrement disposés en lignes spirales, lesquelles ne sont après tout que des verticilles étendus en spires (voir G. Ogilvie, *Struct. fern.*, p. 401 et suiv.). Ces tiges sont courtes, il est vrai, bien que sur les *Polystichum filix mas, spinulosum*, *Oreopteris*, elles atteignent quelquefois vingt à vingt-cinq centimètres au-dessus de la surface du sol; mais l'organisation est indépendante des dimensions. Il serait donc plus exact d'attribuer aux Fougères de notre climat des tiges verticales, et, par exception, des rhizomes traçants, que de leur attribuer uniquement des rhizomes traçants, et aux exotiques, par exception encore, une tige verticale. Le rhizome lui-même est une tige autour de laquelle les cycles ou verticilles ne peuvent se développer en spires régulières à cause de la contiguité du sol, et, pour cette raison, ils s'y espacent en alternant avec plus ou moins de régularité, suivant que le rhizome est tout à fait contigu au sol ou tout à fait souterrain. Nous en voyons des exemples sur les Rubiacées, les Labiées etc., où les stolons ont des feuilles alternes, et les tiges des feuilles verticillées; et, pour les Fougères, le *Struthiopteris germanica* nous en fournit un exemple remarquable. En effet, sur les tiges de cette admirable espèce nous voyons se détacher des rhizomes traçants, des stolons, qui demeurent grêles, et portent latéralement des rudiments de pétioles alternes, tant qu'ils ne trouvent près de la tige-mère qu'un terrain épuisé ou appauvri par elle, mais qui, à une distance propice, s'arrêtent et s'élèvent en une nouvelle tige dépassant souvent vingt-cinq centimètres de long, et sur laquelle les pétioles s'ordonnent en belles spirales[1]. Il y a plus: on trouve même sur des Fougères exotiques « des pétioles ordonnés en cercles superposés et des stipes creux à leur partie « centrale » (Ach. Richard, *Préc. bot.*, p. 71, 1852; Ad. Brongniart, *Hist. vég. foss.*, I, pl. XLIII, fig. 1 et 2, et pl. XLIV, fig. 5 et 6). Sur nos Fougères indigènes la tige n'est pas creuse; mais on peut voir déjà, dans les portions les plus vieilles, que le tissu cellulaire central est le premier à disparaître (G. Ogilvie, *Struct. fern.*, p. 409). Ainsi il n'y a point entre les Fougères et les Equisetum cette différence fondamentale que ceux-ci auraient un axe principal régulier avec des verticilles d'organes latéraux, et que celles-là n'offriraient point cette disposition.

D'où cette conséquence immédiate que si l'on veut opérer des coupes de comparaison entre les Equisetum et les Fougères, c'est sur les tiges de ces dernières qu'il faut opérer ces coupes, et non sur des appendices latéraux, sur les pétioles, que la négligence ou la paresse introduit seuls dans nos herbiers, en les mutilant même le plus souvent.

Or, sur de semblables sections on remarque au premier coup d'œil qu'au lieu d'of-

[1] J. Duv. J., *Pét. Foug.*, p. 19, pl. II, fig. 21, et Mett., *Seitenkn. Farn.*, p. 628.

frir, comme les Equisetum, une série de cercles concentriques, sur chacun desquels on retrouve les mêmes organes élémentaires, cellules ou vaisseaux, semblablement disposés à des intervalles rigoureusement égaux, les tiges de Fougères indigènes ou exotiques offrent un cylindre central de tissu cellulaire, autour duquel « se voient un « grand nombre de lignes noires, diversement contournées, formant des figures irré- « gulières et bizarres, qui cependant se reproduisent avec une sorte de régularité. Ces « figures, rapprochées les unes contre les autres, forment par leur réunion un cercle « ou une couche circulaire à la partie externe de la tige » (Ach. Richard, *Préc. bot.*, I, p. 72). Comme ces lignes sont constituées par du tissu fibro-vasculaire, ce qui précède revient à dire que, sur une coupe horizontale d'une tige de Fougère, le tissu fibro-vasculaire apparaît inégalement et irrégulièrement distribué, tandis que c'est le contraire chez les Equisetum.

Mais cette irrégularité n'est qu'apparente; elle est la conséquence rigoureuse de la disposition spiralée des cycles de pétioles. Quand on coupe transversalement une tige d'Equisetum, on coupe toute la série des organes à une même distance de leur point d'origine, par cela seul que sur les Equisetum tout apparaît en verticilles horizontaux et non en cycles déroulés spiralement. On ne contestera pas la parfaite régularité des cycles d'un cône de Pin; or, si sur un point quelconque on fait une coupe perpendiculaire à l'axe, on n'obtient qu'une série de figures plus ou moins dissemblables et bizarres. Pour obtenir une coupe présentant la même régularité que celle des Equisetum, il faudrait, sur ce cône comme sur une tige de Fougère, la pratiquer, non suivant un plan perpendiculaire à l'axe, mais suivant une spirale qui couperait tous les appendices latéraux à une même distance au-dessus ou au-dessous de leur point d'émersion. Une coupe transversale symétrique et régulière ne s'obtiendrait que sur le stipe des espèces dont les pétioles sont ordonnés en verticilles superposés.

Comme, dans la grande famille des Conifères, la disposition des rameaux en verticilles ou en spirales ne constitue nullement un caractère d'exclusion ou d'admission, il est permis d'en faire autant ici et de regarder comme purement secondaires et plus apparentes que réelles les premières différences signalées entre les Equisetum et les Fougères.

Si l'on voulait comparer un appendice latéral des Equisetum avec un appendice latéral des Fougères, il faudrait comparer une des divisions de l'entre-nœud avec un pétiole, ou mieux, une des divisions de la gaîne avec une fronde, et l'on trouverait alors de très-nombreux points de ressemblance dans la distribution des vaisseaux par groupes latéraux symétriques[1].

2° Si maintenant on se rappelle ce qui a été dit de la disposition des sporanges par

[1] Ad. Brong., *Hist. vég. foss.*, I, p. 152 et suiv.; J. Duv. J., *Pét. Foug.*, pl. I et II.

rapport à ces mêmes expansions foliacées, on verra qu'elle n'est pas aussi éloignée de celle des Fougères qu'on le pourrait croire au premier abord. En effet, les pédicelles sporangifères étant considérés comme de véritables rameaux privés de gaîne basilaire, le clypéole qui les termine répondra très-exactement à un verticille d'expansions foliacées, qui, au lieu de se prolonger en gaîne, sont épanouies et réfléchies le long du pédicelle. Et comme pour chaque «feuille» ou division de la gaîne, la face supérieure est celle qui est appliquée contre la tige, et l'inférieure celle qui est extérieure, ces divisions, en s'épanouissant et se réfléchissant au sommet du pédicelle, présentent à l'extérieur leur face supérieure, supportent à leur face inférieure l'appareil reproducteur, et dès lors se comportent comme des feuilles qui se seraient renversées et pliées selon leur ligne médiane pour former à leur face inférieure une cavité longitudinale avec déhiscence parallèle au pédicelle. Il suit de là que, puisque sur les Equisetum, comme sur les Fougères, la fructification est à la page inférieure des expansions foliacées, il n'y a aucune raison sérieuse pour éloigner les Equisetum des Fougères.

CHAPITRE II

Examen des caractères spécifiques

Le premier caractère que j'ai considéré pour la division en sections a été la conformité ou la non-conformité des tiges spicifères. Et cela d'abord parce que ce caractère, facile à saisir et constant, ne consiste pas en une simple différence superficielle, mais qu'il entraîne avec lui des différences considérables dans la constitution et dans les fonctions (voir ci-dessus p. 24, 25, 44, 46), qu'il a ainsi en même temps une valeur organique et une valeur physiologique, et enfin parce que les espèces qu'il réunit ont dans tout leur ensemble plus de ressemblance entre elles qu'avec aucune de celles qu'il en sépare.

Les deux grandes sections ainsi obtenues se divisent chacune en deux groupes, si l'on considère, pour la première, l'absence ou la présence, et, pour la seconde, la forme et la répartition des stomates. Ces caractères, qui semblent d'abord d'une constatation difficile à l'œil nu, sont, par une très-heureuse coïncidence, toujours accompagnés d'autres caractères très-faciles à saisir. Ainsi, dans la première section, la présence ou l'absence des stomates est nécessairement signalée par la présence ou l'absence de la couleur verte sur les entre-nœuds (p. 44); et, dans la seconde, la dispersion des stomates sur les sillons de l'entre-nœud ou leur ordonnance rigoureuse en deux lignes parallèles (p. 31), la situation de l'ostiole des stomates au niveau de l'épi-

derme ou au fond d'une cavité irrégulière (p. 32), sont signalées, celles-ci par un épi acuminé, celles-là par un épi obtus.

Ainsi se trouvent obtenus quatre groupes, établis sur des différences de structure.

Les principaux caractères différentiels des espèces sont tirés de l'application du même principe. Autant que possible, et sans une rigueur absolue qui risque de tout fausser, j'ai placé au premier rang ceux que fournissent les différences de la constitution organique, par exemple, dans le second groupe, les modifications, pour ne pas dire les transformations, que subissent les tiges spicifères après la sporose (p. 45, 46); dans tous les groupes, la section transversale des tiges et des rameaux. Elle permet de saisir les divers détails de la constitution, la grandeur relative de la cavité centrale et des lacunes, ainsi que la disposition de ces dernières, et elle fournit ainsi des différences saillantes et tout à fait invariables. Faisons remarquer qu'il convient d'opérer les coupes vers le milieu de la tige, région où tous les caractères sont le mieux développés. Aux entre-nœuds inférieurs, l'organisation se rapproche de celle des rhizomes, tandis qu'aux derniers entre-nœuds des tiges stériles elle devient presque identique à celle des rameaux. Viennent ensuite les caractères si précieux tirés du rapport qui existe entre la longueur d'une gaîne de la tige et la longueur du premier entre-nœud des rameaux naissant à la base de cette gaîne[1], et enfin la forme générale des gaînes[2]. Ce n'est qu'en dernier lieu que j'arrive à considérer le nombre des divisions des gaînes. On a plusieurs fois employé comme caractère distinctif d'une certaine valeur la présence sur les divisions des gaînes de certains sillons (sillon carénal, latéral); et en effet ces sillons répondent à la constitution intérieure, en ce sens qu'ils sont dus au retrait plus considérable de certains tissus. Mais, comme ils ne se montrent guère qu'après la dessiccation, et que, d'une part, ils sont plus ou moins apparents selon l'âge de l'individu desséché, tandis que, d'autre part, la pression en altère toujours la régularité, j'évite de les employer, et je préfère indiquer sur des coupes à l'état vivant le caractère réel auquel ils correspondent. Je suis convaincu que, pour arriver à la connaissance sérieuse d'une espèce, l'étude de sujets en herbiers est insuffisante, et qu'on n'y parvient avec certitude que par l'observation fréquemment répétée de la plante vivante, à ses divers états de développement et dans des lieux différents. Sur le

[1] Par premier entre-nœud j'entends celui qui, quelle qu'en soit la longueur, succède immédiatement à la gaîne *basilaire*. Si donc on compare ce premier entre-nœud, y compris la gaîne qui le termine, à la longueur de la gaîne caulinaire, on trouve que, sur l'*E. arvense* par exemple, cet entre-nœud est toujours plus long que la gaîne caulinaire et qu'il en est souvent le double. Sur l'*E. palustre* il atteint à peine la moitié de cette même gaîne etc. Il importe encore de faire cette comparaison vers le milieu de la tige, parce que quelquefois les verticilles inférieurs ont été gênés et arrêtés dans leur développement.

[2] M. Pokorny attribue une très-grande valeur à ce caractère (*Eq. arv. et hyem.*, p. 9 et 10); et de son côté M. Ed. Newman dit que « la forme des gaînes des rameaux fournit des caractères si importants que l'inspection d'une seule est tout à fait suffisante pour la détermination de l'espèce » (*Brit. ferns*, p. 75).

sec on est toujours exposé à prendre un état intermédiaire de développement pour une forme définitive et distincte (voy. J. Duv. J., *Eq. hyem.*, p. 164 et suiv.).

On a encore assez souvent attribué une certaine valeur différentielle aux taches, aux zones, aux bordures colorées des gaînes. Mais la couleur noire est celle que sur les Equisetum prennent les cellules qui ne fonctionnent plus ou qui ont été lésées; elle se produit sur les gaînes sans grande constance et de toute façon par suite de déchirure, de compression, d'atteinte du froid etc. Je n'ai donc en général tenu aucun compte de ces différences de coloration, non plus que des différences de taille, parce que ces caractères, sans fixité et sans permanence, sont plus propres à induire en erreur qu'à éclairer. On peut sans doute, et j'ai ainsi fait, énumérer ces différences dans les détails d'une description étendue, mais ils ne doivent point, à mon avis, être pris en considération pour la distinction et l'établissement des espèces. Je crois que la structure anatomique des Equisetum est SEULE d'une haute importance pour cette distinction et cet établissement, et que le principe posé par Linné devrait dominer toute distinction d'espèces : « Ergo species tot sunt quot diversæ « formæ seu STRUCTURÆ Plantarum, rejectis istis, quas locus vel casus parum diffe- « rentes (*Varietates*) exhibuit, hodienum occurrunt » (*Gen. plant.*, rat. op., § 5). Le plus grand des classificateurs avait ainsi prévu et rejeté à l'avance ces inqualifiables espèces, dont les caractères purement comparatifs se réduisent invariablement à ceci: « Cette espèce a le port de .....; mais elle s'en distingue nettement par une *taille moins « élevée*, des *poils plus nombreux*, et surtout par son *habitat !* Elle est propre en effet « aux terrains secs des côtes de la Méditerranée, tandis que.... habite les coteaux de « l'ouest. » Une différence d'aspect est la conséquence naturelle et nécessaire d'une différence dans l'habitat et la station, et il faudrait en vérité un miracle pour que d'autres conditions de sol, d'humidité, de température, de lumière etc. ne produisissent aucune modification dans les détails extérieurs d'un type dont les éléments essentiels persistent identiques. Si des différences de taille, de ramification, de coloration étaient admises comme caractères spécifiques suffisants, il faudrait créer aux dépens des *E. maximum*, *arvense*, *limosum*, *palustre*, *ramosissimum* et de tous les autres, autant d'espèces que ces plantes peuvent présenter de formes..... sur un même rhizome. Les espèces ne sont pas seulement des apparences ou formes différentes, mais des types compris entre certaines limites, pouvant varier entre ces limites selon les circonstances. C'est pourquoi, dans la distinction des espèces, j'ai cru devoir laisser de côté tout ce qui est purement extérieur et dépendant des circonstances, pour m'attacher de préférence aux caractères essentiels, si intimement dépendants de l'organisation qu'ils ne disparaissent qu'avec la destruction de l'être lui-même.

La coupe transversale des tiges fournit des caractères anatomiques excellents, et qui avaient été signalés il y a déjà longtemps. Mais Mirbel, en mentionnant la cavité

centrale et les lacunes des tiges, n'en soupçonna ni la régularité ni la constance; il les attribua à une circonstance accidentelle, « à la retraite des cellules qui occupent « la partie intérieure des tiges» (*Anat. Prêl.*, p. 446), et il en fit ainsi méconnaître toute l'importance. Vaucher, énumérant et subordonnant les caractères qu'il emploie pour la distinction des espèces, parle en ces termes de la coupe des tiges, qu'il place au dernier rang : « Indépendamment de ces caractères principaux, il en est d'autres « accessoires qu'on ne doit pas entièrement négliger. Tel est celui des tubes intérieurs, « qui varient pour le nombre des rangs et pour la forme. Quelques Prêles ont deux « rangs de tubes, tandis que d'autres en ont trois : la plupart sont cylindriques, « cependant ceux de la Prèle des limons sont allongés dans le sens de la circonférence, « et ceux de la Prèle des champs le sont dans celui du rayon » (*Mon. Prèl.*, p. 355-356). Mais bien qu'il ait figuré les sections des *E. arvense* (pl. I, fig. 4, pessima), *maximum* (II, 6, mala), *palustre* (V, 4, mala), *limosum* (VIII, 6, bona), *hyemale* (IX, 3, bona), le même auteur néglige entièrement ce caractère dans la description de ces espèces. Il ne dit rien non plus de la situation des groupes de cellules à chlorophylle, ni de celle des fibres corticales etc.

Ces caractères furent mieux appréciés par Bischoff, qui donna avec de grands détails les coupes des *E. arvense*, *maximum*, *limosum*, *hyemale*, *ramosissimum*.

M. Ed. Newman, après avoir figuré au simple trait quelques sections, ajoute avec beaucoup de raison : «Je recommande l'étude comparative de ces sections à toute l'attention des botanistes. Ce n'est pas, il est vrai, un moyen de distinction tout à fait neuf, mais je crois qu'on n'a jusqu'à présent donné à cette étude qu'une trop faible importance» (*Brit. ferns*, p. 50).

M. Milde a figuré les sections de plusieurs espèces et a même dressé un tableau comparatif des coupes des espèces européennes (*Gef. Crypt. Schl.*, p. 472-474).

De mon côté j'ai essayé d'appeler l'attention des botanistes français sur la valeur de ce caractère (*Eq. franç.*, p. 513 et 514, 1858), et en même temps j'ai signalé pour la première fois l'importance des caractères que fournit la structure des rameaux. Vaucher avait détourné l'attention des botanistes de l'étude de cette structure, en disant: « l'organisation des rameaux est la même que celle des tiges. Ils ont extérieurement « leurs divers rangs de cylindres concentriques » (*Mon. Prèl.*, p. 342). C'est une erreur. Sur toutes les espèces, la disposition des fibres corticales et des cellules à chlorophylle présente des différences particulières, tout à fait invariables, très-saillantes, et qu'une section transversale révèle avec une extrême facilité[1]. Dans les deux premiers groupes les rameaux n'ont point de cavité centrale. Ce caractère, qui suffirait à lui seul pour

[1] Pour avoir des points de comparaison déterminés, il convient d'opérer les sections sur le même entre-nœud. J'ai choisi le deuxième au-dessus de la gaine basilaire, et c'est au milieu de cet entre-nœud que j'ai fait toutes mes coupes comparatives de rameaux.

établir la division proposée, non-seulement la confirme heureusement, mais encore, en s'adjoignant au caractère sur lequel elle repose, il lui enlève ce qu'il y a toujours d'un peu trop absolu dans une division établie sur un seul caractère, quelle qu'en soit la valeur. Vaucher avait pris pour point de départ de sa division la présence ou l'absence de *hampes* spicifères, mais en ne considérant que ce caractère et en lui attribuant une valeur absolue, cet habile observateur fut nécessairement conduit à rattacher comme variété à l'*E. palustre* une forme anomale de l'*E. arvense*, dont la tige spicifère se revêt de rameaux (voy. Bernoulli, *Gef. Krypt. Schw.*, p. 66, et ci-dessous la synonymie). M. Al. Braun a reproduit la division principale de Vaucher, en variant l'expression : 1° « Heterophyadica, *caules fertiles a sterilibus diversi; illi præcociores, discolores;* 2° Homophyadica, *caules fertiles et steriles conformes, herbacei et coætanei* » (*Sill. Journ.*). Or cette division, ainsi que la subdivision de la première section en *Ametabola* et *Metabola*, ne s'appuyant que sur un seul caractère, cessent d'être exactes et se trouvent même en contradiction avec les termes que leur éminent auteur emploie pour caractériser les deux principales anomalies des *E. maximum* et *arvense :* « 1° Frondescens : *caulis fertilis non marcescens*, *sed ramos proferens;* « 2° Serotinum : *caulis sterilis spicam proferens* » (o. c.). Avec l'adjonction du caractère tiré de la structure des rameaux, il sera impossible de se méprendre et de placer dans un groupe auquel elle n'appartient pas une forme quelconque, anomale ou non, présentant des rameaux.

En considérant bien le caractère qui a servi de point de départ à la division de Vaucher, à celle de M. Al. Braun et à la nôtre, on voit de suite que, malgré sa haute valeur, il est loin d'être aussi absolu qu'il le paraît tout d'abord. L'organisation qui règne sur tout l'ensemble des tiges spicifères propres (tissu mou, absence de stomates, de chlorophylle et de fibres corticales) se retrouve en définitive sur le *pédoncule* des tiges spicifères de toutes les espèces. Sur les unes comme sur les autres, elle est évidemment une modification préparatoire à la constitution commune et invariable de tout l'appareil reproducteur; seulement sur les unes cette modification préparatoire n'atteint que les deux entre-nœuds supérieurs, qui se flétrissent après l'émission des spores, tandis que sur les autres elle envahit toute la tige, qui alors est aussi molle et aussi caduque que le pédoncule lui-même. Mais néanmoins certaines tiges, au début très-distinctes, deviennent plus tard semblables aux tiges stériles, et en prennent graduellement l'organisation au lieu de se flétrir et de périr. Cet état, qui est une anomalie sur les *E. maximum* et *arvense*, est l'état normal sur les *E. sylvaticum* et *pratense*, qui forment ainsi une transition d'un groupe à l'autre.

La terminaison de l'épi par un acumen, employée par quelques auteurs modernes (Koch, Grenier et Godron) pour séparer le groupe des *Hyemalia*, se retrouve quelquefois sur les *E. arvense*, *pratense*, *sylvaticum* et *palustre;* dès lors elle n'a point à elle

seule une valeur suffisante, et ne doit être employée qu'avec le caractère tiré de la disposition et de la forme des stomates.

Aucun caractère, réduit à lui seul, n'a une valeur absolument constante. C'est pour cela que je n'ai voulu imposer aucun nom caractéristique à mes groupes, parce que, dans tous les cas d'anomalie, ces noms deviennent inexacts et capables d'induire en erreur. S'il m'arrive quelquefois de désigner le quatrième groupe par le nom *Hyemalia*, c'est simplement parce que la principale espèce de ce groupe est l'*E. hyemale*, et que les espèces qui le composent jouissent seules de la propriété de pouvoir passer l'hiver, quelques-unes sans abri, d'autres un peu abritées.

Je n'ai pu adopter le principe de division d'après lequel M. Al. Braun partage encore les Equisetum en sections principales : 1° SPEIROPORA, *stomates disséminés dans les sillons;* 2° STICHOPORA, *stomates disposés en lignes* (*Sill. Journ.*, p. 83), d'abord parce que, comme l'ont fait remarquer MM. Döll (*Fl. Bad.*, p. 57, note), Bernoulli (*Gef. Krypt. Schw.*, p. 65) et Milde (*Syst. Eq.*, p. 140), les stomates, déjà presque disposés en lignes sur l'*E. arvense*, le sont tout à fait sur les *E. sylvaticum* et *pratense*, et surtout, à mon avis, parce que dans ce principe de division ne rentre pas l'*E. maximum*, dont les entre-nœuds ne présentent point de stomates.

En comparant les espèces du genre Equisetum et la valeur des caractères qui ont servi à les établir, il est impossible de ne pas être frappé de ce fait, que ces espèces n'ont pas toutes la même valeur, ou, si l'on veut, le même degré de *spéciéité*.

L'*E. maximum*, par l'absence de stomates et de chlorophylle sur les entre-nœuds, par la gaîne du premier entre-nœud des rameaux, par la structure et la forme de ses rameaux eux-mêmes, est un type en dehors des autres et sans intermédiaire qui le rattache à eux. Ses tiges stériles offrent si complétement la structure des entre-nœuds des tiges spicifères propres, qu'on serait facilement porté à les considérer comme des tiges essentiellement spicifères qui accidentellement n'ont pas abouti; et la présence d'épis sur ces tiges rameuses, l'apparition de rameaux sur les tiges spicifères, si fréquentes dans certaines contrées, viendraient à l'appui de cette hypothèse. Quoi qu'il en soit, et sans rien préjuger, il est permis de placer cette espèce dans une section à part et en avant de toutes les autres.

L'*E. sylvaticum* est un type très-distinct; mais un intermédiaire, l'*E. pratense*, le relie à l'*E. arvense*.

Celui-ci, à son tour, est une espèce de premier ordre, mais non isolée, et qui s'allie dans un sens à l'*E. sylvaticum* par l'*E. pratense*, et, dans l'autre, par l'*E. littorale* à l'*E. limosum*, lequel est lui-même un type très-beau et très-distinct.

Arrivé là, on retrouve à l'extrémité de cette série d'espèces l'*E. palustre*, type presque égal à l'*E. maximum* et presque aussi isolé que lui.

Le quatrième groupe, *Hyemalia*, se distingue des autres par des caractères si essen-

tiels et si tranchés, qu'il est sans intermédiaire avec eux et s'en tient à grande distance. Mais les espèces qui le composent, comparées les unes aux autres, sont extrêmement voisines et si intimement unies qu'elles ne se distinguent plus que par des caractères de second ordre. Elles ne sont évidemment que des modifications d'un type primitif, modifications devenues permanentes par la continuité d'action des causes qui les ont déterminées. Si nous ne pouvons pas nier la persistance de différences qui les distinguent suffisamment, si nous ne pouvons pas par nos expériences effacer, ni même notablement affaiblir ces caractères différentiels consolidés par la force invétérée de l'atavisme et corroborés par le nombre prodigieux de générations qui se sont écoulées depuis leur apparition, il n'en est pas moins vrai que fréquemment nous pouvons reconnaître à l'état spontané des formes moins tranchées et presque indécises, attestant des modifications relativement récentes, produites dans un sens ou dans un autre, par des circonstances longtemps répétées. Ainsi nous trouvons des variations qui rattachent la forme *elongatum simplex* de l'*E. ramosissimum*, d'un côté, à l'*E. trachyodon*, et par lui à l'*E. hyemale*, et, d'un autre côté, aux formes luxuriantes de l'*E. variegatum* v^as^ *Wilsoni.* Ainsi encore les formes rabougries et cespiteuses de l'*E. ramosissimum* rappellent si bien celles de l'*E. variegatum* des lieux herbeux et ombragés, que plus d'un floriste s'y est laissé prendre. C'est surtout en présence de ce groupe et de cette série de formes qui se relient les unes aux autres qu'on est forcé de reconnaître la parfaite justesse de cette remarque de Vaucher : « Il est impossible, « après avoir observé de près toutes ces variations dans le développement des Prêles, « de ne pas conclure que les circonstances extérieures ont modifié et modifient sans « cesse sous nos yeux leur type primordial (*Mon. Prêl.*, p. 338).

En outre si l'on remarque que les deux Equisetum intermédiaires des autres groupes, *pratense* et *littorale*, sont ceux qui, tout en n'offrant qu'un petit nombre d'anomalies diverses, offrent un nombre incroyable d'individus sujets à des variations et affectés d'anomalies dans l'appareil reproducteur, on est tenté de se demander si ces plantes ne seraient pas des espèces plus récentes qui n'ont pas encore une forme définitive. Espèces qui, peut-être hybrides au point de départ, se comportent encore comme les hybrides obtenus artificiellement, sont irrégulièrement fécondes, et, par des retours partiels vers leurs types parents, se balancent entre toutes les variations et toutes les anomalies possibles, jusqu'à ce que, rencontrant des circonstances favorables, elles acquièrent définitivement une forme arrêtée et la vigueur nécessaire pour se reproduire régulièrement et constamment (voy. *Bull. Soc. bot. Fr.*, VII, p. 360).

A côté du type spécifique le mieux déterminé se trouvent des variétés, des variations et des anomalies. Ces dernières, étant tout à fait individuelles, leur description ne doit point suivre celle de chaque espèce; il m'a paru suffisant de rappeler brièvement celles auxquelles chaque espèce est sujette, soit ordinairement, soit dans telle cir-

constance donnée, et d'indiquer les opinions que leur présence a fait naître. Les variations n'ont pas beaucoup plus de valeur; toutefois, comme quelques-unes donnent un aspect particulier à certains individus, je citerai brièvement les plus importantes, afin d'essayer de prévenir quelques erreurs.

Les variétés seules méritent une mention sérieuse. Elles sont le résultat de l'action longtemps prolongée d'un même ensemble de causes; elles peuvent durer indéfiniment avec la continuité de la même action, et, après la disparition partielle ou totale de ces causes, elles peuvent, par une sorte d'habitude congénitale, persister et même se montrer héréditaires pendant longtemps encore. Dans les variétés, le type spécifique se conserve en ce qu'il a d'essentiel, et des modifications en plus ou en moins atteignent les formes de quelque organe secondaire. Or les vraies variétés sont rares chez les Equisetum; elles se réduisent à un développement luxuriant dû à l'abri des bois et à la richesse du sol (*E. arvense* v^as^ *nemorosum*), ou à l'appauvrissement des formes dans des terrains maigres durs et battus (*E. arvense* v^as^ *decumbens* etc.). La plupart des autres modifications, mentionnées comme variétés[1], sont si individuelles, si accidentelles et si peu permanentes qu'elles n'affectent pas toutes les tiges d'un même rhizome, et souvent ne se reproduisent pas deux années de suite dans le même lieu. Elles rentrent dès lors dans les variations; les mentionner minutieusement et les honorer d'un nom d'auteur serait tomber dans la faute que Linné a signalée en disant: «Conspurcavit magis Botanicen varietatum introductio, quam alia res ulla» (*Phil. bot.*, aphor. 259).

Pour rester rigoureusement fidèle au principe de priorité, j'ai pris deux précautions : 1° j'ai conservé constamment le nom spécifique princeps; 2° j'ai fait suivre ce nom de la description qui l'accompagnait primitivement et qui a servi à établir l'espèce. Il me paraît regrettable qu'on n'ait pas continué à citer la diagnose princeps comme Linné s'en était fait une loi, suivie après lui par L. Cl. Richard, Willdenow et quelques autres. Cette citation permet de reconnaître la valeur de la première description; et elle me paraît un moyen loyal et sûr de conserver à l'auteur princeps tous ses droits de priorité et de propriété, malgré les multiplications de genres, réclamées quelquefois, il est vrai, par les justes nécessités de la science, mais trop souvent aussi imposées par de fantasques accès de mihimanie.

[1] Avec l'*E. arvense* on a fait *pyramidale*, *comosum*, *elongatum*, *cæspitosum* etc. (voy. Pokorny, *Eq. arv. et hyem*, p. 9).

CHAPITRE III

Classification et description

§ 1er. *Famille*

EQUISETACEÆ DC.

Filicum gen. Linn., *Gen. plant.*, n° 1169, et A. L. Juss., *Gen. plant.*, p. 17. — Gonopterides Willd., *Grundr. d. Kräut.*, et *Sp. pl.*, V, p. xli, xlv et 1. — Peltata Hoffm., *Deutschl. Fl.*, II, p. i et 2. — Equisetaceæ DC., *Fl. franç.*, II, p. 580.

Diagnosis princeps. — Gonopterides caule aphyllo articulato vaginato ramis verticillatis instructo, quorum fructus indusio corniculato inclusi, receptaculis peltatis inserti et in formam spicæ dispositi. *Willd.*, l. c.

Diagnosis nostra. — Sporæ conformes, numerosissimæ, sphæricæ, elateribus binis spiraliter convolutis, ad apicem spathulatis, valde hygrometricis instructæ; ad sporophymata genitales partes (antheridias et archegonia) nec non novos fœtus gerentia evadentes. Sporangia oblonga, latere interiore longitudinaliter fissa, in orbem sub clypeolis stipitatis et in amento terminali verticillatim ordinatis disposita. Caulis simplex, nudus aut verticillatim ramosus, et, ut rami, ramuli et rhizoma, articulatus et ad articulos vagina dentata munitus.

Ordo juxta Filices collocandus.

§ 2. *Genre*

EQUISETUM Tourn. *Inst.* Ed. 3a, p. 532. — Linn., *Syst. nat.*, Ed. 1a; et omn. auct seq.

Diagnosis princeps. — Spica fructificationibus peltatis, basi dehiscentibus multivalvi. Linn., *Syst. nat.*, Ed. 6a, n° 937[1].

Diagnosis na generis ac ordinis eadem.

§ 3. *Division et classification des espèces*

Ire SECTION. Tiges de deux époques et de deux formes : les spicifères plus précoces; les stériles plus tardives, toujours rameuses, à rameaux sans cavité centrale.

1er GROUPE. *Entre-nœuds des tiges stériles blancs et à épiderme entièrement dépourvu de stomates.*

1. Divisions des gaînes et rameaux très-nombreux (vingt-cinq à quarante). Gaîne du premier entre-nœud des rameaux toute membraneuse, très-longue, en massue. E. maximum Lam.

[1] Linné et A. L. de Jussieu citent Tournefort comme auteur du genre Equisetum; mais la diagnose de Tournefort est mot à mot copiée de Cesalpino (*De plantis*, lib. XVI, cap. 15, p. 598), lequel comprend plusieurs genres sous le nom Equisetum.

2e GROUPE. *Entre-nœuds des tiges stériles plus ou moins verts avec des stomates sur l'épiderme.*

2. Tige spicifère persistant après la sporose et produisant, comme les stériles, des rameaux nombreux, filiformes, arqués et pendants, chargés de ramuscules. E. SYLVATICUM L.
3. Tige spicifère persistant après la sporose, produisant des rameaux simples. E. PRATENSE Ehrh.
4. Tige spicifère jamais verte, périssant après la sporose. E. ARVENSE. L.

IIe SECTION. Tiges fertiles et stériles de même époque et de même forme; les rameaux des tiges (quand ils existent) sont pourvus d'une cavité centrale.

3e GROUPE. *Épi non apiculé; stomates épars dans les sillons; ostiole des stomates au niveau de l'épiderme.*

5. Cavité centrale égalant environ la moitié du diamètre total; gaînes plus longues que larges, premier entre-nœud des rameaux égalant ou dépassant à peine la gaîne caulinaire. E. LITTORALE Kühl.
6. Cavité centrale très-grande, égalant au moins les trois quarts du diamètre; lacunes corticales petites et transversales au rayon manquant souvent; gaînes aussi larges que longues; premier entre-nœud des rameaux un peu plus court que la gaîne caulinaire. E. LIMOSUM L.
7. Cavité centrale petite; lacunes corticales très-grandes, obovales et rayonnantes; gaînes deux fois plus longues que larges; premier entre-nœud des rameaux n'atteignant pas ou atteignant à peine la moitié de la gaîne caulinaire. E. PALUSTRE L.

4e GROUPE. *Épi apiculé; stomates rigoureusement disposés en une ligne sur chacune des côtes des sillons; ostiole des stomates au fond d'une cavité à bords irréguliers.*

8. Tiges élevées, plus ou moins rameuses (ou formant des touffes dressées après avoir été fauchées); cavité centrale très-grande; arête des côtes non sillonnée; gaînes longues et larges. E. RAMOSISSIMUM Desf.
9. Tiges très-grêles, presque couchées, très-nombreuses et formant gazon; cavité centrale petite, côtes fortement sillonnées; gaînes courtes, évasées, à dents persistantes. E. VARIEGATUM Schleich.
10. Tiges un peu grêles, rigoureusement nues (ou rameuses après mutilation), ascendantes, formant des touffes; gaînes appliquées, à dents colorées et persistantes. E. TRACHYODON Al. Br.
11. Tiges robustes, très-rudes, raides, droites, isolées, rigoureusement nues (sauf les cas de mutilation); gaînes appliquées, à dents colorées et finalement caduques. E. HYEMALE L.

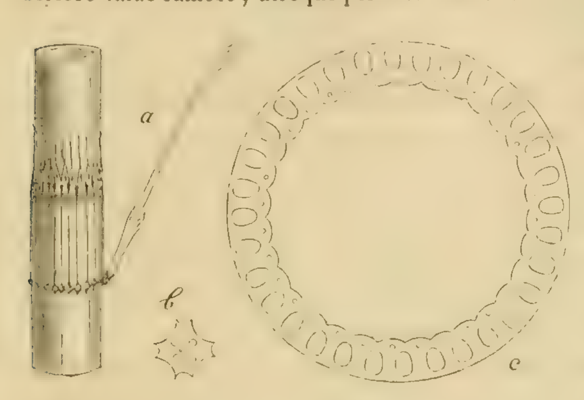
§ 4. *Description des espèces*

1. EQUISETUM MAXIMUM Lam.

Diagnosis princeps. — Espèce remarquable par sa grandeur, par la longueur de ses feuilles et par leur grand nombre à chaque verticille; ses tiges stériles sont droites, épaisses, garnies de beaucoup d'articulations peu écartées les unes des autres et s'élèvent à la hauteur de trois pieds; ses feuilles

sont menues, fort longues, articulées, tétragones et disposées vingt à quarante par verticille; les tiges fleuries sont nues, épaisses, hautes d'un pied et naissent au printemps (Lam., *Flor. franç.*, I, p. 7, 1778)[1].

Diagnosis nª. — Caulibus dimorphis, erectis; spicigero nudo, præcoci, cito marcescente; sterili seriore valde ramoso; utroque per internodia nec sulcos, nec viridem colorem, nec stomata proferente.



Fistula centrali vastissima 2/3 s. 4/5, c[2]. Vaginis in caule spicigero maximis, superne dilatatis, approximatis sæpissimeque internodia contegentibus, in sterili brevioribus valde distantibus, adpressis; in utroque divisionibus numerosis (25-40), linearibus, subulatis. Ramis simplicibus, rarissime ramulosis, longis, gracillimis; quatuor sulcis et costis rursum sulcatis, sulcos octo mentientibus, *b*; vaginis primi ramorum internodii brevissimi disparibus, amplis, longis, claviformibus, scariosis, membranaceis, vagina caulina brevioribus, *a*.

Description. — Les rhizomes rampent à une profondeur considérable, souvent même de 60 centimètres à 1 mètre, et ne produisent guère alors que des tiges stériles. Leur diamètre est de 5 à 10 millimètres; les entre-nœuds, d'abord d'un roux brun mat, puis plus tard noirs et luisants, sont très-longs, 10 à 22 centimètres, presque cylindriques; sept à neuf côtes à peine saillantes, et rendues plus indistinctes encore par un tomentum épais qui les recouvre dans le jeune âge. L'épiderme a été décrit p. 18 et figuré pl. II, fig. 1 et 2. Les gaînes offrent des divisions lancéolées, fortes, épaisses, qui ne s'isolent pas, à leur partie supérieure, en dents régulières, mais se séparent presque entièrement sur deux ou trois points en deux ou trois lambeaux. Elles sont d'abord, comme les entre-nœuds, couvertes d'un tomentum épais, qui disparaît assez vite. Les nombreuses ouvertures que la chute de ces fibrilles laisse sur les cellules épidermiques en déterminent rapidement la pourriture, et cela particulièrement sur de petites saillies qui se trouvent à la base des divisions des gaînes et qui sont par cette destruction changées en petites fossettes (pl. I, fig. *4 bis d*). M. Ad. Brongniart a constaté cette circonstance dans les termes suivants: « Entre les protubérances (bourgeons de racines), et à la base de chacune des divisions

[1] La notoriété du nom d'Ehrhart nous fait un devoir de donner sa diagnose:

« *E. Telmateia.* Caulibus inæqualibus teretibus, lævibus, glabris; fructificante simplicissimo albo-rubello, marcescente; sterili ramoso, fistuloso-poroso, albo; ramis subquadragonis (sic), octosulcatis; sulcis alternis majoribus; dentibus vaginarum subulato-setaceis, scariosis; vaginularum quaternis, dorso sulcatis » (Ehrh., *Hannœv. Magaz.*, st. 18, p. 287; 1783).

[2] Cette fraction indique le rapport de la cavité centrale au diamètre total.

«de la gaîne on observe dans les nœuds les plus inférieurs des sortes de fossettes «elliptiques entourées d'un rebord saillant, dont la disposition est assez singulière, «mais dont les usages sont tout à fait inconnus» (*Hist. vég. foss.*, I, p. 100, pl. XI, fig. 10).

Aux nœuds il existe souvent des tubercules isolés ou en chapelet; ils sont relativement fort gros et n'ont pas moins de 20 millimètres en longueur sur un diamètre de 14 millimètres (pl. I, fig. 4). D'abord ovoïdes, ils ont ensuite la forme d'une poire; très-atténués à leur extrémité d'adhérence, très-renflés à l'autre extrémité avec un retrait central rayonnant. Leur surface, d'abord tomenteuse, devient bientôt glabre et d'un noir très-foncé. Leur tissu cellulaire est très-résistant, d'une incomparable régularité, mais spongieux et non rempli de granules amylacés comme dans les autres espèces (p. 41). Ils m'ont constamment présenté des vides très-irréguliers. Ces vides et l'absence de granules amylacés font que, par la dessiccation, ces tubercules si gros et si réguliers se déforment et se réduisent presque à rien.

La section transversale d'un entre-nœud ne laisse voir aucune trace de cavité centrale (pl. V, fig. 10) et seulement sept à neuf lacunes; ce qui est d'autant plus remarquable sur cette espèce, qu'elle est précisément celle dont les tiges présentent le plus de lacunes (vingt-cinq à quarante), et la plus grande cavité centrale, quatre cinquièmes. La partie souterraine de la tige, qui s'élève des rhizomes horizontaux, se modifie progressivement à mesure qu'elle se rapproche de la surface du sol; une cavité centrale commence à se montrer, le nombre des faces et des lacunes augmente et les entre-nœuds deviennent plus noirs et glabres. Les lacunes corticales des rhizomes principaux sont prodigieusement grandes, et séparées seulement par trois ou quatre rangs de cellules presque aussi larges que les petites lacunes (pl. V, fig. 10). Vers le tiers intérieur du rayon, la distinction des deux cylindres est marquée par une guirlande de cellules plus petites constituant un polygone à angles très-émoussés et à faces rentrantes. Le cylindre interne est composé de cellules plus petites; ses lacunes ont de chaque côté un groupe de vaisseaux annulo-spiralés.

Les cellules des rhizomes, comme celles des tubercules, sont dépourvues de granules amylacés ou n'en offrent que quelques-uns isolés et mal conformés. On remarquera la coïncidence qui existe entre cette absence et celle de la chlorophylle sur les entre-nœuds des tiges.

Les tiges spicifères sont droites, grosses de 8 à 13 millimètres et hautes de 20 à 50 centimètres, avec des entre-nœuds d'un blanc mat, lisses et sans sillons, nombreux, relativement courts et jusqu'après la sporose presque toujours recouverts par les gaînes. Celles-ci sont très-longues, 28 à 45 millimètres, larges et évasées vers le haut; leurs divisions très-nombreuses (vingt-cinq à trente-cinq) et très-étroites, verdâtres sur leurs deux tiers inférieurs, sont à leur tiers supérieur colorées

en brun, et, soit isolément, soit encore réunies par deux ou trois, se détachent en lobes linéaires, très-aigus, sétacés, scarieux et fragiles. Sur les entre-nœuds, les cellules de l'épiderme sont toutes conformes, sans stomates (pl. III, fig. 5). A l'état frais, les côtes sont nulles; mais sur les gaînes, les sillons très-étroits, profondément et brusquement creusés à angle droit, ont à l'épiderme des cellules transversales, et les côtes, fortement dessinées, ont des cellules à chlorophylle et des stomates vers les angles des sillons (pl. III, fig. 11 et 12). Sur le tiers inférieur, la surface des côtes est plane; un peu plus haut, elle se creuse en un sillon dorsal qui augmente de profondeur jusque vers la naissance des dents, où il expire.

Avant la sporose, la cavité centrale occupe environ la moitié du diamètre total (pl. VI, fig. 1); plus tard elle s'augmente aux dépens du tissu cellulaire qui la sépare des lacunes essentielles et elle finit par occuper les quatre cinquièmes du diamètre. Elle est souvent, ainsi que les lacunes, presque à moitié remplie d'eau. Lacunes corticales ovales-rayonnantes; au-dessous de l'épiderme, deux ou trois rangs de cellules plus petites, très-allongées, à parois épaisses; vers le quart du rayon, une ligne ondulée de petites cellules sépare les deux cylindres. Vaisseaux du faisceau fibro-vasculaire réduits à un ou deux. Lacunes essentielles petites, arrondies. Dans les côtes des gaînes court un petit faisceau fibro-vasculaire.

Épi fusiforme, très-allongé, jusqu'à 8 centimètres, et atténué au sommet. Axe creux. Trente à trente-cinq verticilles de sporanges, composés vers le milieu d'une quinzaine de clypéoles. Sacs des sporanges très-allongés.

Tiges stériles droites, grosses de 7 à 12 millimètres, hautes de 50 centimètres à $1^{m},80$ (2 mètres à Alger); entre-nœuds allongés, d'un blanc d'ivoire, les inférieurs tachetés de noir ou même entièrement d'un noir d'ébène, lisses, sans côtes, sans sillons, sans stomates (pl. III, fig. 6). Gaînes cylindriques, étroitement appliquées, aussi longues que larges jusqu'à la naissance des dents, dès lors beaucoup plus courtes que les gaînes des tiges spicifères, mais semblables à elles par les côtes, les sillons, les stomates, la chlorophylle, le nombre et la forme des divisions.

Cavité centrale occupant des deux tiers aux quatre cinquièmes du diamètre total (pl. VI, fig. 2). Lacunes corticales vingt-cinq à quarante, ovales-rayonnantes, également distantes et de l'épiderme et entre elles. Sous l'épiderme, point de cellules à chlorophylle ni de faisceaux fibreux, mais seulement une couche uniforme et régulière de cinq ou six rangs de cellules allongées, étroites, à parois assez épaisses. La guirlande qui court entre les deux cylindres n'est séparée des grandes lacunes que par un rang de cellules; le faisceau fibro-vasculaire a de chaque côté deux ou trois vaisseaux. A son pourtour, la cavité centrale est assez régulièrement striée. La coupe d'une gaîne offre les mêmes éléments et la même disposition que sur une tige spicifère: la chlorophylle en une bande concentrique et s'élargissant en spatule vers les extrémités qui

correspondent aux lignes des stomates (pl. VI, fig. 4). Le plus souvent une lacune très-petite existe au-dessous du faisceau fibro-vasculaire.

Rameaux très-nombreux[1], dressés ou étalés horizontalement, les inférieurs quelquefois arqués, assez longs et le plus souvent augmentant de longueur de la base au sommet, très-verts, grêles, simples et très-rarement munis de ramuscules, à angles un peu rudes avec de petites aspérités dirigées de bas en haut. Gaîne basilaire peu oblique, relativement longue, incolore d'abord, puis d'un beau noir, avec le bord brun, à quatre dents larges et courtes; les cellules en sont figurées pl. III, fig. 21. Le premier entre-nœud est très-court et surmonté par une gaîne membraneuse, longue de 7 à 8 millimètres, dilatée et fusiforme, ordinairement à cinq côtes très-marquées et à cinq dents acuminées-sétacées et terminées par de longues cellules hyalines (pl. VIII, fig. 13). Longtemps encore après que le jeune rameau est sorti de la tige, cette première gaîne est pour lui un organe protecteur et le recouvre tout entier; nulle autre espèce ne présente de gaînes semblables. Le premier entre-nœud et sa gaîne n'atteignent pas la naissance des dents de la gaîne caulinaire. Les autres entre-nœuds sont très-longs et leurs gaînes ont une forme analogue à la première, mais avec de moindres dimensions et quatre dents seulement. Leur section montre qu'ils ont quatre larges sillons, très-rarement cinq, et que leurs côtes ont elles-mêmes un large et profond sillon sur leur carène (pl. III, fig. 22, et pl. VI, fig. 3), ce qui simule huit sillons et a plus d'une fois induit en erreur. Ce sillon carénal se prolonge jusque sur les dents des gaînes. Chaque côte a un faisceau fibreux, et sous chaque sillon est une grande lacune corticale. Le reste du cylindre extérieur est occupé par des cellules à chlorophylle. Le cylindre intérieur est nettement marqué par une ligne de cellules, qui passe tout contre les lacunes corticales et s'avance en angles émoussés au-dessous de chaque côte. Les quatre lacunes essentielles, avec leurs faisceaux fibro-vasculaires, occupent tout le cylindre interne, qui ne m'a jamais présenté de cavité centrale.

Les deux ou trois derniers entre-nœuds d'une tige stérile bien complète ont, comme ceux des rameaux, de la chlorophylle et des stomates.

Variations. — Les différences que les tiges spicifères présentent fréquemment dans leur taille, dans la longueur ainsi que dans la couleur plus ou moins blanche de leurs entre-nœuds, enfin dans la dilatation plus ou moins considérable de leurs gaînes, ne

[1] La tige stérile que j'avais sous les yeux en faisant cette description, prise comme moyenne sur un très-grand nombre, avait : de la surface du sol à la pointe de ses rameaux les plus élevés 1m,05 de hauteur; une circonférence de 32 millimètres, mesurée à 18 centimètres au-dessus du sol; trente-neuf gaînes; les six inférieures nues; à la septième commençaient les rameaux, dont le nombre par verticille, comptés en montant, était : 15, 27, 30, 33 à onze gaînes, 29, 25, 21, 18, 16, 15, 14, 13, 11, 9, 8, 7, 6, 5. Les quatre entre-nœuds supérieurs, formant la pointe, étaient grêles, verts et nus comme un rameau; en total 632 rameaux; les rameaux les plus longs avaient huit ou neuf entre-nœuds.

me paraissent mériter ni un nom particulier ni même une courte description, parce qu'elles manquent de constance, qu'elles se trouvent presque toujours sur un même rhizome avec les formes les plus normales, et qu'elles ne modifient en rien la structure intérieure.

Les tiges stériles ne présentent guère que des différences analogues, consistant en ce que les verticilles de rameaux commencent plus ou moins haut etc.

Je ne vois à noter que la variation suivante:

β. minor Joh. Lange, *Pug. pl. hisp.*, p. 19. — Tiges spicifères beaucoup plus petites, rappelant, par leur taille et l'écartement de leurs gaînes, les tiges spicifères un peu fortes de l'*E. arvense*. Tiges stériles moitié plus petites et plus grêles qu'à l'ordinaire. Nulle modification dans la structure. Faut-il rapporter à cette forme celles que mentionne M. Milde (*Gef. Crypt. Schl.*, p. 427) : «3 *forma humile*, tiges spicifères», et p. 429 : «4 v^as *breve*, tiges stériles»? Rien n'indique que les deux numéros se rapportent aux deux états d'une même plante.

Formes anomales. — 4e anom. *Tiges spicifères devenant rameuses après la sporose* (voir p. 146).

5e anom. *Tiges stériles devenant spicifères* (voir p. 147). L'épi est alors plus petit et la tige moins élevée. Ordinairement aussi, mais non toujours, les deux gaînes les plus rapprochées de l'épi, au lieu d'être étroitement appliquées contre l'entre-nœud, sont évasées, dilatées, plus colorées et sans rameaux. Quelquefois encore de petits épis terminent les rameaux des quatre à six verticilles supérieurs; les rameaux du verticille spicifère le plus élevé sont très-courts et les épis presque contigus à la tige. L'augmentation en longueur des autres est progressive. Il n'est pas rare de voir l'épi terminal et les épis des rameaux présenter les interruptions ou les terminaisons signalées aux anomalies 6 et 7.

6e anom. *Épis interrompus;* accompagnant assez souvent la précédente.

7e anom. *Terminaison irrégulière des épis;* même observation.

9e anom. *Pluralité des anneaux et anneaux incomplets.* Assez fréquente, ainsi que des divisions de gaînes ou d'anneaux passant à l'état de sporanges.

10e anom. *Tubercules* (pl. I, fig. 4). Très-beaux, mais très-difficiles à obtenir à cause de la profondeur à laquelle pénètrent les rhizomes. J'en ai trouvé exceptionnellement à 2 centimètres au-dessous de la surface du sol, à la base d'une tige spicifère qui s'élevait d'un rhizome rampant à 15 centimètres. C'est à tort que M. Ramey a cru que sur cette espèce les tubercules ne se disposent point en chapelet (*Tub. Eq.*, p. 210).

12e anom. *Gaînes en spirale* (voir p. 151).

13e anom. *Bifurcation des tiges* (voir p. 152).

15e anom. *Pluralité d'épis sur un épi mutilé* (voir p. 152, et pl. VIII, fig. 36).

Habitat. — Cette belle espèce croît dans la zone tempérée boréale, en Europe, en Asie, en Amérique et dans l'Afrique française. Elle est répandue en Angleterre, en Écosse et en Irlande; elle manque en Suède, en Norwége et en Laponie. Sa limite boréale paraît être le nord de l'Écosse, la partie méridionale du Danemark (Fries, *Summ. veg.*, p. 59) et Saint-Pétersbourg. Elle est abondante au sud de l'Europe et n'est pas rare sur le littoral de l'Algérie.

Limites d'extension (*non compris l'Amérique*).

Sud : Algérie	36°	Écart en latitude : 24°
Nord : Saint-Pétersbourg . .	60°	
Occident : Irlande	12° O.	Écart en longitude : 128°
Orient : Sibérie de Baïkal . .	116° E.	

Carré d'expansion, 3072.

Station. — En général les sols argileux et calcaires, pourvu qu'ils soient constamment humides. Sa limite supérieure de végétation est en Suisse de 1150 mètres (Bernoulli, *Gef. Krypt. Schw.*, p. 49), de 850 mètres près du Mont-Blanc (V. Payot, *Catal. M^t. Bl.*), de 3000 pieds sur la Sierra-Nevada (Willk. et Lange, *Prod. fl. hisp.*, p. 12).

Localités françaises. — Répandu sur tout le territoire. Rare en Alsace; assez abondant en Lorraine; peu commun en Auvergne et dans l'Ouest; assez commun aux environs de Paris.

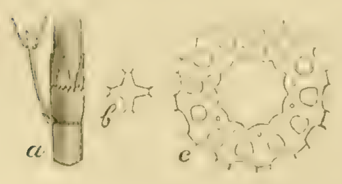
La forme *minor* est répandue aux environs de Grasse et de Marseille; l'anomalie n° 5 près de Lisieux, et, en Alsace, près de Lampertsloch et de Lobsann.

Époque de la sporose. — Les premiers jours du printemps. Les tiges stériles paraissent immédiatement après les spicifères; mais les épis anomaux qui terminent quelquefois les tiges stériles et rameuses sont plus tardifs et ne paraissent que vers l'été. Des tiges spicifères propres sortent parfois de terre dans les automnes chauds.

2. Equisetum sylvaticum L.

Diagnosis princeps. — E. caule spicato, frondibus compositis L. *Sp. pl.*, Ed. 1^a, p. 1061.

Diagnosis n^a. — Caulibus dimorphis fere coætaneis; spicigero sporoseos tempore nudo vel rudimentis ramorum brevibus instructo, denique sporis sparsis et spica marcescente ramos, ut sterili, et etiam longiores proferente et æstatem perdurante. Stomatibus in lineas subregulares et subbiseriatas dispositis. Fistula centrali modica, 1/3, *c*. Vaginis in caule spicigero maximis, remotis, dilatatis, ventricosis, scariosis; in sterili minoribus; divisionibus ipsarum 10-15 lineari-lanceolatis, plerisque per 4-5 usque ad imum in 2-4ve lobos obtusos connatis. Ramis sterilium nec non et spicigerorum dense verticillatis, gracillimis, arcuato-nutantibus, verticillato-ramulosis, profunde 3-4-sulcatis, *b*; vaginis ipsorum adpressis, dentibus angustis longe acuminatis, patentibus; primo in sterilibus internodio longo vaginam caulinam adæquante vel valde superante, *a*, in spiciferis non adæquante.



Description. — Les rhizomes principaux sont très-longs et rampent à une profondeur de vingt-cinq à soixante-dix centimètres; leurs entre-nœuds, d'un roux brun mat, deux et trois fois plus gros et plus longs que ceux des rhizomes verticaux qui supportent les tiges, ont huit à dix angles très-marqués; les plus élevés sont seuls tomenteux. Gaînes à dents étroites, aiguës, deux fois aussi longues que la partie vaginante.

Tubercules nombreux, sphériques avec un diamètre de 7 millimètres, ou ovoïdes avec un grand diamètre de 13 millimètres. Granules amylacés plus gros que sur aucune autre espèce, avec quelques petites inégalités à la surface. Entre-nœuds sans cavité centrale (pl. V, fig. 11); seulement, sur les très-vieux rhizomes, les cellules du centre se déchirent très-irrégulièrement et se pourrissent. Lacunes corticales très-grandes. La guirlande de séparation des deux cylindres est presque aux deux tiers du rayon; elle reproduit assez exactement en petit le polygone extérieur; mais, ce que je n'ai vu que sur cette espèce, à l'intérieur du cercle des lacunes essentielles et séparée d'elles par deux rangs de cellules, existe une autre guirlande de cellules semblables, quelquefois colorées, décrivant un polygone à côtés très-concaves, et dont les angles s'avancent entre les petites lacunes vis-à-vis les faces du premier (pl. V, fig, 11). Les vaisseaux du pourtour des petites lacunes manquent souvent sur les vieux rhizomes.

Tiges spicifères droites, hautes de 30 à 40 centimètres, avec un diamètre de 4 millimètres environ, persistant après la sporose. Entre-nœuds sept à dix, d'un rose pâle, rayés de vert; côtes lisses sur le dos, finement hérissées de chaque côté; sillons très-larges, peu profonds, ayant sur chaque côté une (rarement deux) ligne de stomates (pl. III, fig. 7). Gaînes relativement grandes, longues de 10 à 25 millimètres, ventrues; leurs côtes sont très-prononcées, arrondies, sans aucun sillon carénal, mais marquées vers la base d'une ligne blanche répondant au faisceau fibreux, dont le retrait formera sur le sec un sillon carénal très-prononcé. Divisions neuf à onze, linéaires-lancéolées, soudées entre elles jusqu'au sommet et ne se déchirant jamais que sur deux ou trois points en lobes très-larges et obtus (pl. III, fig. 16, 17 et 18).

Sur une section transversale opérée à l'époque de la sporose (pl. VI, fig. 5), les sillons paraissent un peu plus prononcés par l'effet des petites aspérités horizontales qui en hérissent le bord. Ils ont environ trois fois la largeur des côtes. Le rayon de la cavité centrale occupe à peu près le tiers intérieur du rayon total, et les lacunes corticales assez grandes en occupent le tiers extérieur. Elles sont presque rondes et égales en largeur aux masses cellulaires qui les séparent. Sous les côtes est un large faisceau fibreux circonscrit par des cellules à chlorophylle, très-chargées de cette substance contre l'épiderme et sous les stomates, de moins en moins en s'avançant vers le centre. Un ou deux rangs de tissu fibreux sous les sillons. Lacunes essentielles à égale

distance des grandes lacunes et de la cavité centrale; faisceaux fibro-vasculaires très-développés; leurs cordons de vaisseaux sont très-éloignés des lacunes essentielles et presque contigus à la guirlande. La cavité centrale n'est pas unie et cylindrique, mais toute sillonnée, et sa coupe reproduit les contours de la seconde guirlande signalée dans le tissu des rhizomes.

Une section de la même tige très-développée offre deux légères différences : 1° le faisceau de fibres corticales est un peu plus développé et les parois des fibres sont plus épaisses; 2° la chlorophylle a diminué et il n'en reste guère que deux groupes latéraux sous les stomates, là où les cellules en étaient le plus chargées. Cette section est alors identique à celle des tiges stériles.

Par la section transversale des gaînes on voit que, sur les deux sortes de tiges, le dos des côtes est occupé par un faisceau fibreux au-dessous duquel s'étend une couche de cellules à chlorophylle, qui s'avance contre l'épiderme vers les lignes des stomates, et s'en écarte ensuite pour pénétrer un peu sous les sillons (pl. VI, fig. 7). La partie inférieure des gaînes est toujours beaucoup plus riche en chlorophylle que les entre-nœuds. Le faisceau fibro-vasculaire est très-apparent; la lacune essentielle est quelquefois très-réduite.

Dernier entre-nœud (pédoncule) allongé; anneau très-saillant et contigu à l'épi. Épi linéaire, elliptique, long de 2 à 3 centimètres; axe plein; verticilles quatorze à dix-huit, ayant vers la moitié douze à quinze clypéoles.

Lors de la sporose, les tiges spicifères sont rarement tout à fait nues; le plus souvent elles ont à leurs nœuds supérieurs des rameaux naissants. Sur les tiges stériles, la ramification se fait de bas en haut; mais sur les tiges spicifères c'est le contraire qui a lieu, et les nœuds supérieurs sont les premiers à produire des rameaux, dont le développement continue à être plus rapide et plus considérable qu'aux nœuds inférieurs. Il en résulte qu'après le développement complet des tiges stériles, leurs rameaux décroissent en longueur depuis les verticilles inférieurs jusqu'au sommet, qui se termine en pointe, et la forme de l'ensemble est plus ou moins pyramidale, tandis que les tiges spicifères, ayant en haut leurs rameaux les plus longs, offrent la forme inverse, c'est-à-dire celle d'un cône renversé. Il semble qu'après la sporose toute la force vitale s'est portée et condensée dans les rameaux des verticilles supérieurs, qui deviennent beaucoup plus longs, plus forts, plus branchus et plus verts que ceux des tiges stériles[1]. La force de développement est telle qu'elle arrive même quelquefois à

[1] En disant que « les rameaux des tiges stériles sont bien plus allongés que ceux des tiges fertiles » (*Fl. d. Fr.*, III, p. 644), M. Grenier me paraît avoir pris pour l'état normal et général un état exceptionnel et abortif que Vaucher avait déjà constaté en ces termes : « souvent sur les tiges fertiles de cette espèce, les rameaux des articulations supérieures « sont courts, avortés et teints en brun » (*Mon. Prél.*, p. 365). C'est qu'alors ils ont été atteints par des gelées tardives.

produire un verticille de rameaux sous l'anneau lui-même. Mais néanmoins c'est à tort que M. Bernoulli a fait de cette apparition anomale un caractère distinctif de cette espèce, en disant : « pedunculus post maturitatem elongatus, ramis ex annulo orien-« tibus » (*Gef. Krypt. Schw.*, p. 69). Il est bien vrai que le dernier entre-nœud s'allonge après la sporose, mais l'anneau reste contigu à l'épi, même lorsque des rameaux naissent au-dessous de lui, ce qui, je le répète, est une exception rare, du moins en France, une anomalie, et non un caractère constant et spécifique.

Les tiges stériles ne diffèrent des tiges spicifères que par la forme générale ci-dessus mentionnée, par la dimension de leurs gaînes toujours moitié plus petites, et par des entre-nœuds moins longs, moins gros, mais plus nombreux, douze à dix-huit.

Rameaux nombreux, commençant vers le cinquième nœud, très-grêles, longs, chargés de verticilles de ramuscules, étalés horizontalement ou arqués et pendants; à quatre (rarement cinq) sillons profonds, à angles à peine un peu rudes. Gaîne basilaire d'un brun fauve, allongée, délicate et presque transparente, à dents très-aiguës; celle des ramuscules est plus petite et plus pâle. Le premier entre-nœud dépasse la gaîne caulinaire aux verticilles supérieurs; il l'égale aux verticilles inférieurs des tiges stériles; il est moins long qu'elle, et quelquefois même de moitié, sur les tiges spicifères. Gaînes des entre-nœuds vertes; partie vaginante très-courte, dents très-longues, vertes, étroites, un peu déjetées en dehors.

Une section transversale (pl. VI, fig. 6) montre que les faces des côtes sont très-convexes, que leur carène presque plane porte de chaque côté une rangée de petites saillies coniques et contient un faisceau fibreux, au-dessous duquel s'étendent les cellules à chlorophylle. Un autre faisceau fibreux très-petit se trouve au fond du sillon. Nulle trace de lacunes corticales. Le cylindre intérieur est nettement séparé par une guirlande de petites cellules, et montre les petites lacunes avec un gros faisceau fibro-vasculaire. Point de cavité centrale.

Les ramuscules n'ont que trois côtes; leur organisation est identique.

Variations. — Cette espèce, la plus élégante de toutes, est en même temps la plus constante dans ses formes. Ses variations se réduisent à ce que les tiges stériles sortent de terre tout à fait nues ou avec quelques rameaux, enfin à des différences de force, suivant qu'elle croît sur un sol gras ou maigre, découvert ou ombragé. C'est à des sujets grêles, à rameaux très-fins, qu'il faut rapporter l'*E. capillare* Hoffm. Ruprecht décrit ainsi cette dernière forme : « forma gracilis, ramis et ramulis tenuioribus, lon-« gioribus, non deflexis, sed angulo recto a stipite stricte divaricatis » (*Distrib. Crypt. Ross.*, p. 23).

Formes anomales. — 5e anom. La tige spicifère, au lieu d'apparaître sans rameaux et sans chlorophylle, sort de terre toute verte, avec des rameaux naissants et avec de petites gaînes, comme les tiges stériles; ce qui simule la forme *serotinum* de l'*E. arvense*. Rare.

9e anom. *Pluralité des anneaux; anneaux incomplets.* Rameaux sous l'anneau.

10e anom. *Tubercules.*

Habitat. — Cette élégante espèce croît dans la zone tempérée boréale en Europe, en Asie, en Amérique. Elle s'avance très-loin dans le Nord et jusque dans le Grœnland; au Midi elle paraît s'arrêter vers le 40e degré de latitude.

Limites d'extension.

« *Sud :* Grèce	38°	Écart en latitude : 22°
« *Nord :* Laponie	70°	
« *Occident :* Amérique . . .	135° O.	Écart en longitude : 305°
« *Orient :* Kamtschatka . . .	170° E.	

« Carré d'expansion : 9760 » (Lecoq, *Géogr. bot.*, IX, p. 309).

Station. — Au bord des bois et des prairies humides des montagnes, particulièrement dans la région des sapins. La limite supérieure de végétation paraît être d'environ 1300 mètres (Milde, *Gef. Crypt. Schl.*, p. 435; V. Payot, *Catal. Mt. Bl.*); suivant M. Bernoulli elle atteindrait 1650 mètres; 1200 mètres selon M. Lecoq.

Localités françaises. — Bord des bois et des prairies des Vosges (jusque dans la plaine de l'Alsace, Haguenau), du Jura, de la Côte-d'Or près d'Arnay, Saulieu, Saint-Léger, de Saône-et-Loire près d'Autun, de l'Auvergne, des Pyrénées et des Alpes; près de Vire dans le Calvados (*Soc. Linn.*, 1836); à la forêt de Lorge dans les Côtes-du-Nord (Lloyd, *Fl. Ouest*, p. 567).

Époque de la sporose. — Au printemps, mais toujours en retard d'un mois sur celle de l'*E. arvense.*

3. Equisetum pratense Ehrh.

Diagnosis princeps. — *Caules* subæquales ramosi, fistulosi, sulcati, scaberrimi, subvirides. *Rami* subsenideni simplices quadrisulcati patentissimi steriles. *Dentes* vaginarum subulati scariosi acutissimi, vaginularum quaterni, dorso minime sulcati. Affine *E. arvensi*, sed *fructificationem* in fronde ramoso habet. Ab *E. palustri* et *limoso* valde diversum (Ehrh., *Beitr.*, III, p. 77).

Diagnosis na. — Caulibus dimorphis, fere coætaneis; spicigero primum nudo vel rarius rudimentis ramorum brevibus instructo, denique spica emarcida ramos, ut sterili, sed breviores emittente et æstatem perdurante. Stomatibus in lineas subregulares et subbiseriatas dispositis. Fistula centrali modica sæpe parva. Vaginis in caule spicigero magnis, approximatis, apice dilatatis et scariosis, in sterili parvis et minus laxis; divisionibus ipsorum 12-18 lanceolatis, acutis, ad imum liberis. Ramis gracilibus, sæpe deflexis, simplicibus rariusve parce ramulosis, profunde trisulcatis. Vaginis ipsorum dilatatis, dentibus latis, brevibus, adpressis; primo internodio brevi vaginam caulinam vix adæquante.

Description. — Rhizomes principaux très-longs et rampant à 25 centimètres environ de profondeur. Rhizomes verticaux à entre-nœuds sans tomentum, peu

allongés, à sept ou huit angles très-marqués. Gaînes à dents étroites, à peine plus longues que la partie vaginante, couvertes d'un épais tomentum et se détruisant rapidement.

La section transversale montre un épiderme très-dur et très-noir, dont les cellules sont petites et à parois épaisses (pl. II, fig. 6).

Tiges spicifères droites, hautes de 15 à 20 centimètres, avec un diamètre d'environ 3 millimètres, persistantes. Entre-nœuds neuf à onze[1], d'un rose terne, faiblement rayés de blanc et de vert, peu profondément sillonnés. Côtes larges, doucement arrondies, sans sillon carénal, finement hérissées sur les angles (pl. III, fig. 8). Gaînes de longueur très-variable (5 à 13 millimètres), dilatées en entonnoir, à côtes très-prononcées, très-vertes, sans sillon carénal, si ce n'est sur le sec. Divisions douze à dix-huit, lancéolées, toutes séparées en dents raides, entièrement scarieuses et sphacélées, bordées d'une large membrane blanche avec une ligne plus foncée au milieu. Après dessiccation, les côtes de la partie vaginante portent un sillon carénal prononcé.

Sur une section transversale (pl. VI, fig. 7 *bis*), opérée à l'époque de la sporose, on distingue aux bords des côtes de très-petites aspérités. Le rayon de la cavité centrale occupe un peu moins du tiers du rayon entier et les lacunes corticales en occupent un autre tiers. Elles sont plutôt ovales-transversales que rondes, et dès lors plus larges que les masses cellulaires qui les séparent. Sous les côtes existe un très-petit faisceau fibreux circonscrit par les cellules à chlorophylle. Celles-ci sont à peine vertes et s'avancent un peu vers le milieu du sillon, et d'autre part assez profondément entre les grandes lacunes. Il n'y a que quelques fibres vers le milieu des sillons. Lacunes essentielles très-marquées, presque transversales, à mi-distance de la cavité centrale et des grandes lacunes. Après la sporose, les faisceaux fibreux des côtes deviennent un peu plus forts; les sillons sont mieux marqués; la couleur des cellules à chlorophylle est plus intense et s'avance encore davantage vers le centre. La partie vaginante des gaînes est beaucoup plus riche en chlorophylle que les entre-nœuds, ainsi que cela se voit sur l'*E. sylvaticum*.

« Pédoncule » allongé. Épi linéaire elliptique, long de 1 à 2 centimètres et souvent plus court; axe plein; verticilles dix à quatorze, ayant vers le milieu dix à douze clypéoles.

Lors de la sporose, les tiges spicifères se présentent sous trois aspects distincts: ou tout à fait nues avec de grandes gaînes (pl. IX, fig. 29 *a*), ou avec des rudiments de rameaux, ou avec des rameaux assez développés et des gaînes plus petites mais toute-

[1] Il y a des tiges spicifères qui ont un plus grand nombre d'entre-nœuds et des gaînes moins évasées, mais alors leurs épis sont excessivement petits, et le nombre de leurs verticilles de sporanges semble s'être réduit en raison directe de l'augmentation de celui des entre-nœuds

fois plus grandes que celles des tiges stériles (pl. IX, fig. 29 *b*). Toutes ensuite se revêtent aux nœuds supérieurs de rameaux généralement plus courts que ceux des tiges stériles; ils manquent aux trois ou quatre nœuds inférieurs.

Tiges stériles paraissant presque en même temps que les spicifères, atteignant de 18 à 40 centimètres de hauteur. Les gaînes sont moitié plus petites que sur les tiges à épi. Les côtes sont plus fortement hérissées, non-seulement sur les angles, mais le plus souvent jusque sur leur ligne dorsale. Rameaux grêles, médiocrement longs, simples ou rarement avec quelques ramuscules, étalés horizontalement ou un peu arqués en dehors, à trois (rarement quatre) sillons profonds, à angles à peine rudes. Gaîne basilaire pâle. Premier entre-nœud plus court que la gaîne caulinaire sur les tiges spicifères, et l'égalant à peu près sur les tiges stériles. Gaînes des entre-nœuds vertes; partie vaginante très-dilatée, trois fois aussi longue que les dents larges, courtes, vertes, avec une grosse côte et une petite bordure membraneuse blanche, non déjetées en dehors et même serrées contre l'entre-nœud. Ces gaînes par leur forme s'éloignent de toutes les autres et suffiraient à elles seules pour faire reconnaître l'espèce.

Variations et anomalies. — Les anomalies précédemment citées, p. 149-152, ont été étudiées sur des spécimens provenant d'Angleterre ou de Prusse.

Habitat. — Cet Equisetum paraît essentiellement boréal; on en a constaté la présence dans le Grœnland, l'Irlande, l'Écosse, la Laponie, la Russie, la Suède, la Norwége, le Danemark (Fries, *Summ.*, p. 59), la Prusse, les Alpes de Suisse (Bern., *Gef. Krypt. Schw.*, p. 70).

Limites d'extension.

Sud: Suisse	47°	Écart en latitude : 23°
Nord: Grœnland	70°	
Occident: Grœnland. . . .	56° O.	Écart en longitude : 106°
Orient: Russie	50° E.	

Carré d'expansion : 2438.

Station. — Au bord des bois, des prairies et quelquefois des champs humides.

Localités françaises. — Cette plante n'a point été mentionnée avec certitude sur le territoire français. De Lapeyrouse cita l'*E. umbrosum* Willd. comme croissant dans les Pyrénées (*Hist. pl. Pyr.*, p. 619); M. Duby répéta cette mention sur l'autorité de De Lapeyrouse, ajoutant qu'il n'avait vu la plante que d'Allemagne (*Bot. gall.*, p. 535, n° 4). Loiseleur-Deslongchamps ne la mentionna point, et avec raison, car M. D. Clos a établi que les échantillons de l'herbier de De Lapeyrouse étiquetés *E. umbrosum* « ne diffèrent pas de l'*E. sylvaticum* » (*Révis. herb. Lapeyr.*, p. 82. Toulouse 1857). Mutel cite cette plante comme récoltée par lui au bois de Prémol près Grenoble; mais

une note ajoutée dans son *Suppl. final*, p. 180, inspire des doutes tels que MM. Grenier et Godron ont exclu cet Equisetum du nombre des plantes françaises (*Fl. d. Fr.*, III, p. 646).

M. V. Payot l'indique dans les «vallées de Chamounix, de Ferret et d'Allée-Blanche» (*Cat. Mt. Blanc*, p. 51); mais ce que ce naturaliste m'a envoyé sur ce nom est de l'*E. palustre.*

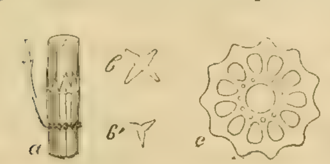
Époque de la sporose. — «*Fructifie* en été» (V. Payot, o. c.). Le même auteur dit de l'*E. sylvaticum* qu'il «*fructifie* en avril et mai.» M. Newman dit qu'en Angleterre la sporose de l'*E. pratense* a lieu en avril (*Brit. ferns*, p. 63). M. Milde, signalant cette espèce comme abondante sur les rives de l'Oder et aux environs de Breslau, dit aussi qu'elle «fructifie en même temps que l'*E. arvense*, tandis que l'*E. sylvaticum* ne commence à fructifier qu'après que l'*E. arvense* a cessé de le faire» (*Ueber d. Eq. Metab.*, p. 202; *Gef. Crypt. Schl.*, p. 439). L'assertion de M. V. Payot est loin de concorder avec ces indications précises; mais elle coïncide si bien avec l'époque de la sporose de l'*E. palustre* qu'elle ferait cesser tous mes doutes, s'il m'en restait encore sur la plante que ce naturaliste a nommée *E. umbrosum.*

Observation. — Cet Equisetum est, avec l'*E. littorale*, un de ceux qui fournissent le plus de sujets affectés d'anomalies et de petites irrégularités. Et de même que l'*E. littorale* est intermédiaire entre les *E. arvense* et *limosum*, l'*E. pratense* par les deux aspects de ses tiges spicifères, par ses rameaux simples ou branchus, par son élégance même, est intermédiaire entre les *E. sylvaticum* et *arvense*, mais toutefois avec des formes plus constantes que l'*E. littorale.* J'en donne une figure (pl. IX, fig. 29) afin de prévenir de nouvelles erreurs sur l'indication de cette plante en France.

4. EQUISETUM ARVENSE L.

Diagnosis princeps. — E. scapo fructificante nudo, sterili frondoso L. *Sp. pl.*, Ed. 1a, p. 1061.

Diagnosis na. — Caulibus dimorphis; spicigero præcoci, citoque marcescente, erecto, nudo, fere asulco, nec viridem colorem, nec stomata per internodia proferente; sterili erecto vel decumbente, 6-12-sulcato, ramoso, viridi, stomatum triplicem quadruplicemve seriem per utrumque sulcorum latus gerente. Fistula centrali parva 1/3, *c.* Vaginis in caule spicigero magnis, laxis, ventricosis, remotis; divisionibus ipsorum 8-12 sæpe per duas aut tres usque ad imum connatis; in sterili brevioribus et magis adpressis; divisionibus 9-12, lanceolatis, liberis. Ramis simplicibus aut ramulosis, valde et profunde quadrisulcatis, *b;* primo ipsorum internodio vaginam caulinam valde et sæpe duplo superante, *a.*



Description. — Rhizomes horizontaux rampant à une profondeur de 25 centimètres à 1m,30, d'un roux brun mat; entre-nœuds très-longs (12 centimètres) et plus gros que ceux des rhizomes verticaux (pl. I, fig. 2); sept à dix faces presque planes avec

des angles très-émoussés, à peine saillants; tomentum très-abondant sur les jeunes entre-nœuds (pl. II, fig. 3, 4 et 5). Gaînes à dents lancéolées, étroites, aiguës, égalant à peu près la longueur de la partie vaginante, laquelle est couverte de tomentum. Tubercules assez fréquents, ovoïdes, plus ou moins allongés, petit diamètre 5 à 7 millimètres, grand diamètre 10 à 15 millimètres; cellules épidermiques très-dures et très-noires, présentant souvent vers leur milieu, après la chute des fibrilles, des espaces transparents, à contour déchiré et lacinié, au travers desquels on distingue des cellules plus longues et ponctuées.

Cavité centrale nulle; cylindres partageant également le rayon; lacunes corticales éloignées du pourtour, médiocrement grandes, arrondies, lacunes essentielles relativement grandes (pl. V, fig. 12).

Tiges spicifères dressées, hautes de 15 à 25 centimètres, d'un diamètre de 3 à 5 millimètres, très-caduques après la sporose; entre-nœuds cinq à huit, les inférieurs souvent très-courts et bruns; les supérieurs allongés, d'un rouge de chair, très-mous et très-aqueux, souvent même la cavité centrale et les lacunes sont remplies d'eau sur un quart ou sur un tiers de leur longueur; six à neuf côtes très-obtuses, à peine sensibles. Gaînes augmentant en longueur de la base (8 millimètres) au sommet de la tige (20 millimètres), larges et lâches, renflées vers leur milieu en forme de tonneau, vertes à leur tiers inférieur, brunes au-dessus; sillons larges et profonds; côtes arrondies, lisses; divisions lancéolées-linéaires, aiguës, se séparant en dents isolées plus courtes que la partie vaginante, ou rarement soudées par deux ou trois, marquées après dessiccation d'un sillon carénal. Cavité centrale petite, très-profondément sillonnée, avec angles saillants répondant au milieu des faces ou des lacunes corticales, et en outre toute tapissée des lambeaux du tissu cellulaire qui s'est déchiré pendant la croissance (pl. VI, fig. 8). Lacunes corticales éloignées du bord, obovales, moins larges que les masses cellulaires qui les séparent; point de fibres corticales. Lacunes essentielles très-petites, éloignées des petites cellules qui séparent les cylindres vers le milieu du rayon; faisceaux fibro-vasculaires très-gros, cordons de vaisseaux très-écartés. Une section sur le tiers inférieur de la gaîne laisse voir au milieu des côtes un faisceau de fibres corticales plat et large, au-dessous de lui une large couche de cellules à chlorophylle et un faible faisceau fibro-vasculaire contre la lacune essentielle très-petite (pl. VI, fig. 11).

Dernier entre-nœud (pedoncule) allongé, grêle; anneau très-saillant. Épi ovoïde oblong ou lancéolé, long de 15 à 35 millimètres; axe plein; onze à dix-huit verticilles, avec onze à treize clypéoles vers le milieu de l'épi.

Les tiges stériles sont très-variables, comme cela doit être de toute plante ubiquiste: droites, ascendantes, décombantes ou étalées en éventail, élancées, élevées et sans rameaux à la base, ou courtes et émettant aux entre-nœuds inférieurs des

rameaux branchus plus longs qu'elles-mêmes. Entre-nœuds courts et verts ou très-longs et blanchâtres, diamètre de 2 à 6 millimètres; neuf à douze côtes saillantes arrondies; sillons profonds, ayant de chaque côté quatre rangs de cellules à stomates. Gaînes longues de 7 à 8 millimètres, peu dilatées, à côtes et à sillons très-prononcés; divisions lancéolées, aiguës, se séparant en dents isolées plus courtes que la partie vaginante. Cavité centrale petite, égalant à peu près le tiers du diamètre total (pl. VI, fig. 9); lacunes corticales obovales, éloignées du pourtour extérieur; leur grand axe est égal au rayon de la cavité centrale; elles sont plus larges que les masses cellulaires qui les séparent. Le faisceau fibreux cortical des côtes est très-gros et circonscrit vers l'intérieur par une bande semi-circulaire de cellules à chlorophylle. Au milieu du sillon, un petit faisceau fibreux s'interpose entre les bandes de cellules à chlorophylle. Les deux cylindres sont séparés vers le milieu du rayon total par une guirlande toujours très-distincte et fortement ondulée. Lacunes essentielles assez grandes; faisceaux fibro-vasculaires très-peu larges; cordons de vaisseaux rapprochés.

Rameaux simples ou quelquefois portant des ramuscules; commençant dès le bas de la tige ou seulement au-dessus du tiers inférieur; dressés ou étalés, quelquefois même un peu arqués et pendants; les inférieurs toujours les plus longs. Gaîne basilaire courte, d'un brun mat plus ou moins foncé. Le premier entre-nœud est, vers le bas de la tige, au moins égal à la gaîne caulinaire; vers le milieu il est plus long qu'elle et souvent même du double. Les autres entre-nœuds sont plus longs que le premier, et, comme lui, à quatre, rarement cinq côtes très-prononcées, comprimées latéralement et très-étroites; sillons très-larges avec deux rangs de stomates de chaque côté. Gaînes peu dilatées; la partie engaînante, un peu membraneuse au fond des sinus, est à peu près égale aux dents étroites, aiguës, déjetées en dehors.

Par suite de l'étroitesse des côtes et de la largeur des sillons, la coupe transversale d'un rameau donne une croix à longs bras, qui est un des caractères saillants de cette espèce (pl. VI, fig. 10). Un faisceau fibreux cortical occupe l'extrémité des côtes, dont le reste est rempli de cellules à chlorophylle. Un très-petit faisceau fibreux se voit au fond du sillon. Le cylindre interne est très-distinct; il présente ses faisceaux fibro-vasculaires et ses lacunes essentielles, mais point de cavité centrale.

Variations et variétés. — Les variations et les variétés que présente cette espèce paraissent dépendre entièrement des circonstances locales.

La tige spicifère, constante dans sa structure intérieure, modifie un peu sa taille et sa grosseur selon les lieux. Dans les sables de Haguenau (Bas-Rhin), j'en ai trouvé quelques-unes dont les entre-nœuds inférieurs ne s'étaient pas allongés, et alors l'entre-nœud supérieur ou « pédoncule » était à lui seul long de 6 à 9 centimètres,

La tige stérile, toujours identique à elle-même dans son organisation anatomique, offre les trois variétés suivantes :

β nemorosum Al. Braun in Döll (*Rhein. Fl.* p. 27, et *Fl. Bad.*, I, p. 58). Tiges stériles plus grosses, plus hautes (50 à 90 centimètres), dressées, très-légèrement striées; à entre-nœuds très-longs; la moitié inférieure est toujours nue, d'un vert pâle ou même blanche; les rameaux simples ou quelquefois ramifiés sont très-longs, étalés ou un peu courbés en arc. Souvent les côtes des entre-nœuds inférieurs de la tige ont un sillon carénal très-marqué; celles des entre-nœuds du milieu n'ont qu'une strie légère, et celles des entre-nœuds supérieurs ont leur carène tout unie.

Cette variété (je dirais plus volontiers cette forme) se présente exclusivement dans les haies et sur les bords des bois. M. Milde (*Gef. Crypt. Schl.*, p. 421) et M. Döll (*Fl. Bad.*, I, p. 59) avaient dit qu'elle ne produit jamais de tiges spicifères. Il est vrai qu'elle en produit rarement; mais j'en ai trouvé dans la forêt de Haguenau; elles sont plus longues et plus grêles que les tiges spicifères ordinaires. J'en ai adressé, en 1861, à M. Milde, qui a bien voulu les mentionner (*Syst. Eq.*, p. 143). Dans un bosquet à Geispolsheim (Bas-Rhin), où elle avait une taille et une beauté remarquables, je la récoltai trois années de suite toujours stérile. On coupa les arbustes; l'année d'après elle était encore stérile, mais très-réduite, et la seconde année je la trouvai au même lieu avec quelques tiges spicifères, un peu plus longues que celles des champs voisins.

γ decumbens Meyer (*Chlor. han.*, p. 666). Tiges presque entièrement couchées dans leur moitié inférieure, très-rameuses dès la base; les rameaux inférieurs sont presque aussi forts que la tige elle-même, souvent plus longs et très-ramifiés. Ordinairement les rameaux se déjettent de chaque côté de la tige et presque en éventail.

Cette forme, comme la précédente, offre rarement des tiges spicifères propres; c'est elle surtout qui porte des épis sur ses tiges vertes et ramifiées (5e anom.). Elle se trouve dans les terrains maigres et secs, sur les bords dénudés et durcis des chemins; souvent elle résulte du développement d'un rameau de la base, après mutilation de la tige principale.

δ. alpestre Wahlenb. (*Fl. lapp.*, p. 296). Tiges stériles décombantes, courtes; rameaux peu nombreux, courts, rejetés sur les côtés ou seulement d'un côté. M. Ruprecht ajoute: « Rhizoma tuberibus onustum superficialibus, facile effodiendis » (*Distrib. Crypt. Ross.*, p. 20).

Formes anomales. — 4e anom. *Frondescens. Tige spicifère devenant rameuse vers sa base.* Forma *irriguum* Milde (*Kenntn. Eq.*, p. 562); v^as^ *frondescens* Döll (*Fl. Bad.*, I, p. 58); voyez p. 146. J'ai repris pour cette anomalie le nom de *frondescens* que M. Al. Braun y avait dès 1843 appliqué sur l'*E. maximum*, afin de ne pas avoir deux noms différents pour désigner la même anomalie.

5e anom. *Tige stérile devenant spicifère*, v^as^ *serotinum* Meyer (*Chlor. han.*, p. 666). *E. campestre* K. Fr. Schultz (*Fl. starg.*, suppl., p. 59); voy. p. 147 et 148. Ces tiges

ramifiées et spicifères ont les deux ou trois gaînes supérieures très-dilatées et un peu plus longues qu'à l'ordinaire, avec les entre-nœuds correspondants sans matière verte comme ceux des tiges spicifères propres. Ces mêmes tiges sont ou riches en rameaux ou plus rarement presque nues.

9e anom. *Pluralité des anneaux; anneaux incomplets* (pl. X, fig. 14).

10e anom. *Tubercules.* Dans nos contrées on en rencontre sur presque tous les rhizomes, quand on creuse assez profondément, mais toujours en petite quantité. Ils paraissent plus abondants dans quelques contrées du Nord, car Helwing dit qu'ils sont fort recherchés par les porcs et les porchers (*Flor. quasimod. Pruss.*, p. 31); voy. supra, p. 6 et 7. Smelowsky a proposé de les employer à la nourriture des porcs (*Mém. Acad. Pétersb.*, vol. I); et M. Ruprecht mentionne que dans le nord de la Russie les tubercules se montrent sur les vés *β. borealis* et *γ. alpestris* en telle abondance et à si peu de profondeur qu'il pouvait à son grand étonnement les arracher avec les mains, «ipsis manibus cum surculo evulsa me in admirationem converterunt» (*Distr. Crypt. Ross.*, p. 21).

En juillet 1861, à Bouxwiller (Bas-Rhin), je suivis les travaux d'une tranchée ouverte dans une butte d'argile compacte, certainement remuée pour la première fois; l'*E. arvense* en couvrait la surface de ses tiges, et ses rhizomes pénétraient la masse dans tous les sens. Je ne vis aucun rhizome à direction franchement horizontale à une profondeur moindre de 35 centimètres; la plupart rampaient de 70 à 80 centimètres; quelques-uns seulement à 1m,30. A cette profondeur une seule plante, *Convolvulus arvensis* L., disputait aux Equisetum la jouissance de ce terrain compact. Ces rhizomes étaient abondamment munis de tubercules offrant toutes les formes et toutes les combinaisons possibles: gros, petits, sphériques, ovoïdes, déprimés, comprimés, en disque, en cœur, en verticilles simples, en chapelet, occupant la place des entre-nœuds à la base, au milieu, vers le haut des rhizomes secondaires ou sur la longueur des rhizomes principaux. Il y en avait beaucoup de ces derniers qui avaient commencé à se développer dans une fissure et n'avaient pu continuer qu'en s'aplatissant, et alors ils remplaçaient les entre-nœuds d'un rhizome par des chapelets plats de l'aspect le plus étrange.

11e anom. *Gaînes en crête.*

12e anom. *Gaînes en spirale.*

13e anom. *Bifurcation des tiges.*

16e anom. *Gracilité.* Dans la forêt de Haguenau et près de Strasbourg j'ai trouvé des tiges spicifères robustes émettant de leur nœud inférieur une petite tige grêle et filiforme, molle, aqueuse et colorée comme les tiges spicifères. Les deux ou trois entre-nœuds inférieurs, développés et longs de 2 à 3 centimètres, supportaient une masse ovoïde pointue. En l'ouvrant on ne trouve qu'une masse de gaînes ou très-

rarement au centre un épi rudimentaire, avec deux ou trois verticilles de sporanges imparfaits. Le plus souvent cette petite agglomération de gaînes demeure en cet état pour disparaître avec la tige spicifère ; quelquefois aussi les entre-nœuds s'allongent et l'on voit une tige filiforme de 10 à 12 centimètres. Je n'ai jamais vu le rudiment d'épi se développer et sortir des gaînes.

17e anom. *Infécondité des spores.* Très-rare.

Habitat. — Cette espèce croît dans toute la zone tempérée boréale en Europe, en Asie, en Amérique. Elle s'avance au Nord jusque dans le Grœnland, mais au Sud elle ne paraît pas s'étendre beaucoup au delà du 35e degré de latitude. Je ne l'ai pas vue en Algérie.

Limites d'extension.

« *Sud:* Madère.	33°	Écart en latitude : 41°
« *Nord:* Sibérie arctique . .	74°	
« *Occident* et *Orient*	360°	Écart en longitude : 360°

« Carré d'expansion, 14,760 » (Lecoq, *Géog. bot.*, IX, p. 306).

Station. — Champs cultivés ou incultes, bord des bois, prairies, marais, tourbières, terrains caillouteux, sablonneux, siliceux, argileux ou calcaires, sables salins des embouchures du Rhône, tout paraît bon à cette espèce, qui s'élève jusqu'à 1300 mètres d'altitude, où elle devient rabougrie, δ. *alpestre.*

Localités françaises. — Sur toute l'étendue du territoire. J'ai trouvé les anomalies n° 4, *frondescens*, et n° 5, *serotinum*, près de Schlestadt (Bas-Rhin), et près de Strasbourg, dans l'Ile des Épis. L'anomalie *frondescens* n'était pas rare dans cette dernière localité au printemps de 1861, après l'inondation de décembre 1860.

Époque de la sporose. — Premiers jours du printemps. L'anomalie à tiges rameuses devenant spicifères ne produit ses épis qu'en fin mai ou aux premiers jours de juin.

Comme les épis de cette espèce sont déjà complétement formés au mois d'août, il s'en montre quelquefois en automne si la température se maintient un peu élevée.

Observation. — J'ai très-fréquemment observé sur cette espèce le fait suivant. Les entre-nœuds sont sur toute leur longueur parfaitement réguliers et normaux, avec leur cavité centrale, leurs cylindres et leurs deux cercles de lacunes, mais vers le bas de ces entre-nœuds, exactement au point qui correspond à la naissance des dents de la gaîne, il y a un renflement notable, simulant presque un second nœud. La cavité centrale diminue; les lacunes du cylindre externe disparaissent, mais les lacunes essentielles persistent. De ce point au diaphragme du véritable nœud, l'épiderme est d'abord très-blanc et plus tard roux brun. Cette particularité est très-prononcée sur les tiges ascendantes; dans ce cas, les courbures n'ont point lieu sur la longueur des entre-nœuds, qui sont toujours très-droits, ni aux nœuds vis-à-vis du diaphragme, car

chaque gaîne continue exactement la direction de l'entre-nœud auquel elle est superposée, et la portion qu'elle enveloppe suit la même direction. Mais c'est au point signalé, à ce renflement vers la naissance des dents, qu'a lieu la courbure. Je rappellerai que le développement des entre-nœuds a lieu à leur base et non à leur sommet, comme il a été dit p. 61, et que dès lors la courbure doit naturellement se faire là où les tissus plus tendres offrent le moins de résistance.

Cette particularité peut se constater aussi sur quelques tiges couchées des *E. maximum*, *sylvaticum*, *trachyodon* etc., mais elle y est moins prononcée que sur l'*E. arvense*; c'est pourquoi je ne la mentionne qu'ici.

5. Equisetum littorale Kühl.

Diagnosis (seu potius descriptio) *princeps*. — In litore arenoso marino pr. Oranienbaum in societate Lathyri maritimi, Elymi et c. detexit et sub nomine all. communicavit cl. Kühlewein. Non sine studiis antecessis Equisetum hocce eximium pro planta sui juris commendare ausus sum; videmus quasi hiatum inter formas cognitas quasdam E. arvensis et E. fluviatile eo expleri et forsan evolutionem summam seriei parum adhuc notæ, cujus exordium in E. arctico quærendum. Habitus formarum gracilium E. fluviatilis; sed vaginæ caulinæ indolis alienissimæ : dentes more E. arvensis sterilis latiores, albomarginati, plerumque per paria connati et c. ; etiam spicæ longius pedunculatæ, brevissime ovatæ, peltis senilibus densioribus parum hiantibus; ramuli nunquam pentagoni. Inter varietates E. arvensis cum nostro forsan comparari potest E. campestre ob surculos fertiles verticillato-ramosos, sed præter alias notas spica crassa et præcipue vaginis atris longis, infundibuliformibus, inflatis discedit. Ex indole vaginarum juxta E. arcticum ponendum esset, sed reliqui caracteres abludunt. Surculi fertiles numerosi cæspitem constituentes pl. m. pedem longi sunt, 1/2-1 1/4 lineæ crassi, erecti, ramis plerumque numerosis verticillatis quadrangularibus, strictis, erecto-patentibus, satis tenuibus vestiti. Nodi infra spicam 2-5 nudi; spica gracillima, 1-4 lin. longa, ad summum 1 1/2 lin. lata, primo subsessilis, dein pedunculo 1/2-pollicari fulta. Initio Julii m. optimum, serius spica facile caduca, quo statu cum surculo sterili E. arvensis cujusdam stricti commutari posset (Ruprecht, *Beitr. zur Pflanzenkunde d. russischen Reichs*, IV, p. 91, 1845)[1].

*Diagnosis n^a^*. — Spica obtusa, ovoidea, pedunculo normali elongato. Caulibus superne et inferne (raro prorsus) nudis, in medio ramosis, leviter sulcatis, fistula centrali magna, 2/3-3/4; lacunis exterioribus 10-15 ovatis. Vaginis infundibuliformibus, laxis, longioribus quam latioribus, superioribus campanulatis; divisionibus lanceolatis. Ramis erectis, parce elongatis, 4-sulcatis; primo ipsorum internodio vaginam caulinam vix adæquante, raro superante.

Description. — Rhizomes principaux rampant à 2 ou 3 décimètres au-dessous de la surface du sol ; extrêmement longs et formant un vrai réseau par leurs nombreuses divisions. Les entre-nœuds, d'un diamètre de 5 millimètres environ, et d'une longueur

[1] La première description donnée par Lasch un an après à la même plante, sous le nom d'*E. inundatum*, est plus répandue; on en trouve la traduction dans le *Bull. Soc. bot. Fr.*, 1859, vol. VI, p. 602.

de 3 à 4 centimètres, n'ont ni côtes ni sillons distincts, mais huit ou neuf saillies longitudinales peu marquées, larges et arrondies. L'épiderme est d'un brun châtain ou d'un pourpre presque noir, très-glabre, lustré et comme verni (pl. II, fig. 7). Gaînes sans tomentum. Tubercules fréquents, souvent peu profonds, et disposés en chapelet par cinq ou six; même épiderme qu'aux entre-nœuds, seulement un peu plus noir encore.

Sur une section transversale, la cavité centrale occupe à peu près le quart du diamètre total. Le cylindre extérieur est très-développé et sa largeur est quintuple de celui du cylindre intérieur (pl. V, fig. 13). Ses lacunes obovales sont plus grandes que la cavité centrale, et comme elles ne sont séparées que par un très-petit nombre de cellules, elles l'occupent presque en entier. Très-souvent même la portion du tissu cellulaire qui leur est extérieure est repoussée vers le dehors, de sorte que cette région, qui correspond normalement au milieu des faces ou des sillons, simule ici des côtes arrondies, que la région normale des côtes est déprimée, et qu'ainsi les lacunes corticales paraissent placées vis-à-vis les côtes, contrairement à ce qui a lieu sur toutes les espèces (pl. V, fig. 13). La guirlande de séparation est fortement marquée; ses ondulations suivent la direction normale et sont dès lors en sens inverse de celles de la circonférence externe. Lacunes essentielles très-prononcées, transversales et tout entourées de tissu fibreux. Tout cet ensemble est très-distinct et même très-éloigné de celui que présentent les coupes transversales de l'*E. limosum* et de l'*E. arvense*.

Tiges naissant très-rapprochées et formant de grosses touffes, droites, d'aspect raide, d'un vert clair; très-variables en hauteur, 15 à 80 centimètres, et en diamètre, 2 à 5 millimètres[1]. Entre-nœuds quinze à vingt, peu allongés et au maximum de 5 centimètres; les inférieurs et les supérieurs assez ordinairement sans rameaux; ils n'en sont tous dépourvus que rarement et sur les sujets les plus grêles. Côtes et sillons douze à seize, si peu sensibles que la surface paraît plutôt cylindrique que sillonnée. Stomates disséminés sur toute la largeur des sillons, à l'exception des entre-nœuds les plus voisins de l'épi, où les deux ou trois rangs de cellules du milieu du sillon sont dépourvus de stomates. Sur une section transversale (pl. VI, fig. 12), la cavité centrale occupe les deux tiers ou les trois quarts du diamètre total. Lacunes corticales ovales-transverses ou presque rondes, séparées du pourtour extérieur, du pourtour intérieur et entre elles par des masses cellulaires à peu près de même largeur. Faisceaux de fibres corticales gros et semi-cylindriques; groupes de cellules à chlorophylle s'étendant sur toute la largeur des sillons en un quadrilatère allongé dont les

[1] M. Milde, à qui j'ai communiqué l'*E. littorale* cueilli à Arles, fait connaître « que la plante méridionale est en général un peu plus forte que la forme normale en Silésie, bien que parfaitement identique » (*Syst. Eq.*, p. 143).

petits côtés suivent la limite du faisceau fibreux, le côté extérieur suit la courbe de l'épiderme du sillon, et l'intérieur, qui est le plus grand, reproduit à distance la courbe de la lacune corticale, en s'avançant sous le faisceau fibreux, mais très-rarement jusqu'à rejoindre les groupes des cellules vertes voisines et former une ligne continue. Telle est l'apparence normale et constante vers le milieu de la tige; mais vers le bas, là où les stomates sont encore peu nombreux, comme vers le haut, lorsqu'il se trouve au milieu du sillon quelques lignes de cellules sans stomates, il apparaît au-dessous de ces cellules un petit faisceau fibreux qui échancre la ligne extérieure du groupe de cellules vertes (pl. VI, fig. 12), ou très-rarement le sépare en deux groupes. De semblables modifications se produisent d'ailleurs sur toutes les espèces. Les deux cylindres ne sont que très-confusément distingués; l'intérieur consiste en une bande très-étroite, avec des ondulations intérieures opposées à celles de la surface. Lacunes essentielles ovales-transverses; faisceaux fibro-vasculaires larges, ovales-transverses, s'avançant jusque entre les grandes lacunes. Les cordons de vaisseaux sont parallèles au contour de la lacune et non rayonnants comme dans les autres espèces.

Les gaînes sont presque appliquées sur la partie inférieure de la tige; mais au-dessus de la moitié, les dents commencent à s'écarter, puis les gaînes elles-mêmes s'évasent en approchant de l'épi, et les plus élevées sont très-lâches, campanuliformes et d'un blanc jaunâtre; la partie vaginante est plus longue que large et sa longueur est environ double de celle des dents. Divisions lancéolées, étroites, très-aiguës, souvent soudées deux à deux jusqu'à leur extrémité, d'un châtain plus ou moins foncé. A l'état frais, ces divisions sont entièrement lisses et sans stries, mais après dessiccation le retrait des fibres corticales détermine quelquefois l'apparition d'un très-léger sillon carénal.

Rameaux en nombre très-variable et souvent répartis en verticilles incomplets; sur les tiges tout à fait stériles ils diminuent très-régulièrement de longueur jusqu'à la pointe de la tige assez longuement effilée. Ils sont dressés ou un peu courbés en dehors, et ils ont, comme toute la plante, un aspect un peu raide. Gaîne basilaire assez longue, d'un blanc verdâtre ou d'un brun très-pâle. Le premier entre-nœud est plus court que la gaîne caulinaire, rarement il l'égale et plus rarement encore la dépasse aux verticilles supérieurs. Entre-nœuds presque deux fois aussi gros que sur l'*E. limosum*, à quatre ou cinq côtes très-prononcées, obtuses; gaînes un peu évasées en cloche, largement membraneuses au-dessous du sinus; dents larges, aiguës, un peu déjetées en dehors. Cavité centrale réduite au cinquième du diamètre[1]; point de

[1] M. Milde affirme que cette cavité manque quelquefois (*Syst. Eq.*, p. 141 et 144). Pour moi, je l'ai toujours vue aux entre-nœuds inférieurs des rameaux. Elle se réduit, mais sans disparaître tout à fait, aux entre-nœuds de l'extrémité.

lacunes corticales; faisceaux fibreux très-prononcés sous les côtes (pl. VI, fig. 13). Les cellules à chlorophylle forment un cercle continu et occupent presque tout le cylindre extérieur, lequel est nettement distinct du cylindre interne par une guirlande circulaire. Lacunes essentielles et faisceaux fibro-vasculaires très-marqués.

L'épi normal est à 12 centimètres de la gaîne la plus élevée; son « pédoncule » est d'une belle couleur rose de chair, mou, très-caduc et tout à fait analogue à celui des tiges spicifères du deuxième groupe, bien qu'il porte quelques rares stomates. Épi ovoïde, allongé, jaunâtre, relativement petit, long de 7 à 15 millimètres sur un diamètre de 5 à 6 millimètres; treize à seize verticilles de sporanges ayant environ douze clypéoles. Axe avec une petite cavité centrale. Sporose s'effectuant très-incomplétement; les sporanges, au lieu de s'ouvrir et de s'écarter, demeurent fermés et serrés les uns contre les autres. Spores presque toutes incomplètes et mal formées (pl. IX, fig. 9).

Variations. — 1° *Polystachyon;* tiges à rameaux supérieurs terminés par un épi (vallée de Barr).

2° Tiges de 35 à 50 centimètres, garnies de rameaux assez longs et nombreux. A part la présence de l'épi, la grosseur des tiges et leur aspect plus lisse, cette forme rappelle les tiges stériles les plus robustes de l'*E. arvense.* Elle est la plus ordinaire et croît sur les bords relevés des fossés, là surtout où l'humus est mêlé d'argile.

3° Tiges plus élevées, plus grandes et plus rameuses encore, rappelant l'*E. limosum.* Au bord des fossés, mais dans l'eau.

4° Tiges sans rameaux, grêles, courtes, dressées ou un peu couchées, d'un vert jaunâtre; forme appauvrie des sols caillouteux et durs, très-pauvres en humus.

Telles sont les formes extrêmes unies par tous les intermédiaires possibles. Je les ai obtenues à Arles sur un seul et même rhizome qui s'étendait du fond d'un fossé sous la terre du bord, puis, à un mètre de distance, dans un sol caillouteux et dur quoique humide, à côté de petits individus de *Chlora perfoliata* ayant 3 centimètres de haut. Je ne peux donc les considérer que comme des variations.

Formes anomales. — 6e anom. *Épis interrompus.* Très-fréquente à Arles.

7e anom. *Terminaison irrégulière des épis* par la continuation de la tige. Rare à Arles.

8e anom. *Anneaux au milieu des tiges.* A Arles (voy. p. 149).

9e anom. *Pluralité des anneaux; anneaux incomplets et épis courbés.* Si commune à Arles et dans le Bas-Rhin, qu'elle se trouve au moins sur le tiers des tiges spicifères.

10e anom. *Tubercules.*

16e anom. *Gracilité.*

17e anom. *Infécondité des spores* (voir p. 153). Cette anomalie est si ordinaire que

M. Milde l'a signalée comme un caractère distinctif « sur lequel devra se porter d'abord l'attention des *commençants* » (*Rev. crit.*, p. 108). Elle existe en effet en Alsace et à Arles, comme en Silésie ; cependant j'ai trouvé à Arles quelques spores bien conformées, mais, malgré tous mes efforts, je dois répéter avec M. Milde « que les essais de germination, qui réussissent ailleurs si bien avec des spores fraîches, sont restés ici sans résultat » (*Eq. litt.*, p. 29, 1re col.).

On se ferait une idée très-fausse si, pour apprécier combien cette plante est sujette aux anomalies, on ne considérait que le nombre des anomalies différentes qu'on peut y constater, car on n'en trouverait guère que quatre ou cinq de vraiment considérables. Mais, si on se rappelle que les anomalies 6, 9 et 17, qui affectent toutes trois l'appareil reproducteur, se trouvent, les deux premières sur un tiers et la troisième sur la totalité des individus, on reconnaîtra que cet *Equisetum* est sans comparaison possible avec les autres pour le nombre des individus atteints d'anomalie.

Habitat. — Cette plante a été signalée d'abord en Russie, près de Saint-Pétersbourg, par M. de Kühlewein, puis dans la Neumark par M. Lasch; elle a été retrouvée aux environs de Breslau par M. Milde, près de Hambourg par M. Sonder, à Riga par M. Hengel, à Brème par le docteur Koch, à Hoyerswerda par M. Jæmike, à Vienne par M. Juratzka, dans le duché de Bade, en Alsace et en Provence par moi, et il est probable que, mieux connue, elle se retrouvera dans d'autres contrées. Ce n'est qu'alors qu'il sera possible d'essayer de déterminer ses limites d'extension.

Station. — Je ne l'ai trouvée qu'au bord des eaux, mais sur tous les sols possibles. A Arles et à Strasbourg sur un terrain argileux et caillouteux, dans le duché de Bade et dans les Vosges sur du sable ou sur des fonds tourbeux etc. M. Milde a constaté de son côté que « cette plante se trouve sur tous les sols possibles, dans les plaines sablonneuses et stériles, comme dans les marécages, dans les terres en friche comme dans les champs de blé, et partout elle porte des épis, mais toutefois moins dans les marais que dans les sables » (*Eq. litt.*, p. 28, 2e col.).

Localités françaises. — Cette plante n'avait pas encore été signalée sur le territoire français, lorsque je l'y trouvai, le 15 mai 1859, dans le département des Bouches-du-Rhône, à deux lieues d'Arles, près de la station de Raphèle (chemin de fer de la Méditerranée). Elle couvrait le fond d'un large fossé creusé dix ans auparavant pour fournir des matériaux de remblai, et y croissait en compagnie des *Carex panicea*, *C. Œderi*, *C. Pseudo-Cyperus*, *C. stricta*, *Cladium Mariscus*, *Schœnus nigricans*, *Juncus acutus*, *Alisma ranunculoides*, *Anagallis tenella*, *Chlora perfoliata* et d'autres plantes palustres. Elle s'y trouvait en telle abondance que je pus la récolter pour les centuries de mon excellent ami M. Billot.

Je la retrouvai le 3 juillet suivant près de Strasbourg sur les bords du canal du

Rhône-au-Rhin; le 10 du même mois dans la vallée d'Oberhaslach (Bas-Rhin); le 28 juin 1860 en grande abondance dans une mare près d'Ostwald (Bas-Rhin); le 27 mai 1861 dans la vallée de Barr, le long de la Kirneck, près du Holzplatz (Bas-Rhin). M. Billot l'a retrouvée près de Schirmeck (Vosges). Elle abonde dans les ruisseaux d'irrigation près d'Oberkirch et entre Achern et Kappel (duché de Bade). Dans ces dernières localités, où elle est presque toujours stérile, elle est associée aux *E. arvense*, *limosum*, *palustre;* mais à Arles les *E. limosum* et *arvense* ne croissent pas dans la même localité, bien qu'on les rencontre à quelques kilomètres de là. Dans le voisinage immédiat du fossé où croît l'*E. littorale*, se trouvent en abondance l'*E. palustre* et l'*E. ramosissimum*, espèces qui n'ont aucune ressemblance d'aspect ni de structure avec l'*E. littorale.* J'ai fait de longues et vaines recherches pour trouver, dans la même contrée, une seconde localité où crût l'*E. littorale.* Il n'y en a que dans ce fossé creusé en 1848, et certainement la disposition des lieux et la nature du sol caillouteux de la Crau n'auraient, avant cette époque, permis à aucune espèce d'Equisetum de végéter à cette place.

Époque de la sporose. — Mai et juin. Un peu plus tardive que l'*E. limosum.* A Arles, de nouvelles tiges spicifères se montrent abondamment en septembre, si les premières ont été fauchées en août.

Observations. — En décrivant cette plante pour la première fois, M. Ruprecht, comme nous l'avons vu p. 189, fit observer qu'elle remplit en quelque sorte une lacune entre l'*E. arvense* et l'*E. limosum;* que quelques-unes de ses formes sont semblables à l'*E. limosum*, d'autres à l'*E. arvense* et surtout à sa var^{e} *serotinum* Meyer (*E. campestre* K. Fr. Schultz). M. Milde, dans les nombreux travaux qu'il a publiés sur cette plante (*Bot. Zeit.*, 1851, p. 705-714; *Rev. crit.*, p. 109 de la trad.; *Kenntn. Eq.*, p. 579; *Gef. Crypt. Schl.*, p. 457 et 458; *Eq. litt.*, p. 29 et suiv.), a été plus loin et l'a constamment considérée comme un hybride de l'*E. arvense* et de l'*E. limosum.* Dans le plus récent de ses travaux, après avoir exposé:

1° Que cette plante vient sur toute espèce de sol;

2° Que son épi, par sa petite cavité centrale, est intermédiaire entre l'épi creux de l'*E. limosum* et l'épi sans cavité de l'*E. arvense;* que les clypéoles restent serrés les uns contre les autres; que les sporanges mal conformés ne répandent jamais leur contenu consistant en spores abortives, sans élatères et inféconds;

3° Que la tige a des côtes comme l'*E. arvense*, mais des stomates épars comme l'*E. limosum;*

4° Que les cavités sont intermédiaires entre celles de ces deux espèces;

5° Que les gaînes sont tantôt lâches comme sur l'*E. arvense* et tantôt appliquées comme sur l'*E. limosum;*

6° Que la disposition des cellules à chlorophylle n'est point constante, mais qu'elle

varie en se rapprochant de celle de l'une ou de l'autre des espèces précitées[1];

7° Que les rameaux ressemblent à ceux de l'*E. limosum;*

8° Que les rhizomes portent des tubercules comme ceux de l'*E. arvense*,

Le savant botaniste de Breslau conclut en ces termes:

« Résultat:

« I. Notre plante se montre chaque année régulièrement dans les localités où elle a été une fois observée, et n'est point, comme d'autres formes (par ex. *E. arvense serotinum* Meyer ou *irriguum* Milde), la conséquence d'influences atmosphériques se produisant sans constance;

« II. Dans chaque localité et chaque année, elle produit des spores abortives et des sporanges;

« III. Elle est une forme intermédiaire entre l'*E. arvense* et l'*E. limosum.*

« Elle rappelle l'*E. arvense :*

« 1° Par la disposition des côtes de la tige;

« 2° Par l'existence constante de deux cercles de lacunes;

« 3° Par la présence des tubercules;

« 4° Souvent par la forme et la couleur des gaînes caulinaires;

« 5° Enfin par la disposition des rameaux.

« Elle rappelle au contraire l'*E. limosum:*

« 1° Par la répartition des stomates;

« 2° Par l'absence de sillon carénal sur les dents des gaînes caulinaires;

« 3° Par la substance de la tige ne formant qu'un cylindre;

« 4° Très-souvent par la couleur et la forme des gaînes de la tige et des rameaux;

« 5° Par la forme des masses cellulaires vertes.

« Les caractères qui tiennent le milieu entre les deux espèces sont les suivants :

« *a.* La forme des masses cellulaires vertes, qui se rapprochent tantôt de l'*E. arvense* et tantôt de l'*E. limosum;*

« *b.* La cavité centrale, qui tient le milieu entre celle des espèces précitées;

« *c.* L'axe de l'épi, qui n'est ni creux comme sur l'*E. limosum* ni tout à fait plein comme sur l'*E. arvense.*

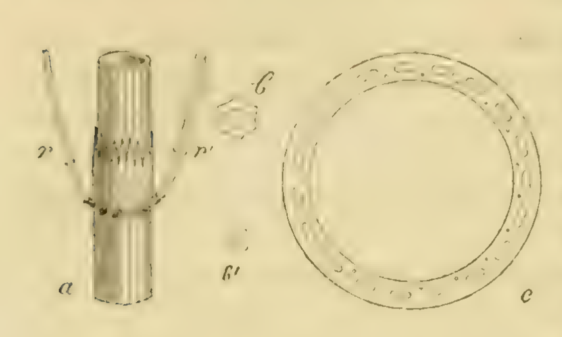
« IV. Cette plante doit donc être regardée comme un hybride de l'*E. arvense* et de l'*E. limosum* » (*Eq. litt.*, p. 30).

M. J. W. Sturm ne partage pas l'opinion de M. Milde sur l'hybridité de cette plante (*Flora*, novembre 1857, p. 691).

[1] Je n'ai pu constater les différences considérables que cite M. Milde, si ce n'est sur des sections opérées à des hauteurs différentes; or ces modifications se retrouvent sur toutes les espèces, sur l'*E. limosum* aussi bien que sur l'*E. arvense* (voir p. 162, 186 et 197).

6. EQUISETUM LIMOSUM L.

Diagnosis princeps. — E. FLUVIATILE caule striato, frondibus simplicibus. *L. Sp. pl.*, Ed. 1ª, p. 1062. E. LIMOSUM caule subnudo lævi L., o. c.



Diagnosis nª. — Spica obtusa, crassa, ovoidea, brevi, serius elongata. Caulibus asulcis, lævissimis. Fistula centrali vastissima, 4/5, *c;* lacunis exterioribus 16-20 ovato-transversalibus, sæpe obliteratis. Vaginis adpressis, æque longis ac latis; divisionibus lineari-lanceolatis, rigidis, *a*. Ramis aut nullis, aut paucis, aut numerosis, longis, gracilibus plerumque simplicibus, leviter sulcatis, angulis 4-5 obtusis, *b;* primo ipsorum internodio vaginam caulinam aut non aut vix adæquante.

Description. — Rhizomes principaux rampant peu profondément dans la vase, s'étendant et se ramifiant tellement que toutes les tiges d'une même mare ou d'un même fossé appartiennent le plus souvent à un même rhizome, ainsi que Vaucher l'a déjà fait remarquer (*Mon. Prél.*, p. 334). Quelquefois ces mêmes rhizomes s'enfoncent assez profondément sous la terre des bords du fossé, et alors les tiges qui en naissent sont très-grêles, presque toujours nues et stériles. Entre-nœuds d'un diamètre de 6 à 10 millimètres, longs de 5 à 10 centimètres, cylindriques, quinze à dix-huit côtes à peine sensibles. Épiderme d'un beau pourpre noir, très-glabre, luisant et comme corné (pl. II, fig. 8 et 9). Gaînes sans tomentum, à dents lancéolées aiguës, très-noires, persistant longtemps sans pourrir. Cavité centrale très-grande et occupant au moins les deux tiers du diamètre total. Les deux cylindres sont intimement unis et non séparés par une guirlande de petites cellules (pl. V, fig. 14). Lacunes corticales très-éloignées de la circonférence, grandes, transversales, en demi-cercle dont l'arc est tourné vers le centre, et le diamètre, peu régulièrement concave, est parallèle aux faces. Leur rayon est à peu près le tiers du total de la masse cellulaire. Cette forme est sans analogue sur les autres espèces. Lacunes essentielles prononcées, tangentes intérieurement à la même circonférence que les lacunes corticales; faisceaux fibro-vasculaires pénétrant profondément entre les lacunes corticales, nettement limités et si pauvres en vaisseaux qu'on n'en voit ordinairement qu'un ou deux au pourtour des lacunes.

Tiges naissant un peu éloignées les unes des autres, très-droites et d'aspect raide, ordinairement très-vertes, hautes de 50 centimètres à 1ᵐ,50, d'un diamètre de 4 à 8 millimètres; les spicifères ont de 20 à 30 entre-nœuds; les stériles en ont souvent plus de quarante-cinq, nombre à peu près égal à celui des verticilles des tiges spici-

fères, en y comprenant les verticilles de l'épi[1]. Ces entre-nœuds sont vers le milieu de la tige longs de 5 à 8 centimètres. La surface en est parfaitement lisse et unie, « caule lævi » L.; les côtes et les sillons (seize à vingt) ne sont distincts que par la couleur de leurs tissus, les côtes par l'étroite ligne blanche de leur faisceau fibreux; les sillons par une bande verte six fois plus large, sur toute la surface de laquelle les stomates sont disséminés (pl. III, fig. 9). Une section transversale montre également que les côtes sont à peine marquées par de très-légères saillies un peu déprimées au milieu (pl. VI, fig. 14). La cavité centrale n'occupe pas moins des quatre cinquièmes du diamètre. Lacunes corticales oblongues-transverses (grand axe parallèle à la circonférence), étroites, séparées du pourtour extérieur par quelques cellules incolores et par une bande de cellules à chlorophylle, qui occupe uniformément toute la largeur des sillons entre les petits faiseaux fibreux des côtes. Comme l'ensemble des tissus a très-peu d'épaisseur, et que la bande de chlorophylle n'est pas interrompue au milieu du sillon, il arrive que, pour peu qu'elle se développe par suite de la grande quantité de stomates épars sur l'épiderme, elle oblitère entièrement les lacunes corticales; ces lacunes manquent donc très-souvent sur les tiges grêles et sur la partie supérieure de beaucoup de tiges. C'est donc à tort que Bischoff a affirmé, d'un côté, que les grandes lacunes manquent « toujours complétement » sur cette espèce (*Krypt. Gew.*, p. 37), et que M. Döll a dit, d'un autre côté, que les lacunes qui manquent sont les lacunes « carénales » ou essentielles[2]; celles-ci ne manquent jamais. Elles sont accompagnées d'un faisceau fibro-vasculaire très-gros, cylindrique, très-nettement circonscrit et s'avançant beaucoup entre les lacunes corticales, presque jusqu'à devenir contigu au faisceau fibreux cortical, qui est plus petit que lui et triangulaire. Sur le tiers supérieur de la tige, les sections offrent une cavité centrale relativement plus grande encore; vers le bas et sur la région submergée, les cellules à chlorophylle, ainsi que les stomates, sont distribués avec moins de régularité, et là où les stomates et les cellules à chlorophylle manquent tout à fait, il n'est pas rare de trouver de la chlorophylle dans les cellules de l'épiderme.

Gaînes étroitement appliquées contre la tige, brillantes et comme vernies, tout à fait lisses et très-faiblement sillonnées; partie vaginante verte, courte et aussi large que longue. Divisions linéaires, étroites, se séparant régulièrement en dents aiguës, courtes, noirâtres, raides, très-persistantes, égales au tiers de la partie vaginante. Vers le bas de la tige elles sont un peu plus longues et plus étroites.

Rameaux en nombre très-variable, tantôt manquant entièrement, tantôt naissant

[1] Ce rapport d'égalité entre le nombre des verticilles des tiges stériles et le nombre total des verticilles foliaires et sporangifères des tiges à épi est un fait (je n'ose dire une loi) qui peut se constater sur toutes les espèces, en tenant compte du degré de force des sujets.

[2] « Kantenlücken (carenal cavities A. Braun) fehlen nur bei *E. limosum* » (*Fl. Bad.*, p. 51).

en verticilles complets dès les nœuds inférieurs et décroissant régulièrement en longueur depuis la moitié de la tige, tantôt disséminés en verticilles incomplets, tantôt ne commençant que vers la moitié de la tige et ensuite presque égaux en longueur jusqu'au sommet; cette dernière disposition ne se montre guère que sur les tiges mutilées ou sur celles qui ont porté un épi. Les rameaux sont alors dressés, tandis que le plus souvent ils sont étalés horizontalement. La gaîne basilaire est courte, d'un brun pâle et mat. Le premier entre-nœud est très-court, et avec sa gaîne, assez grande et dilatée, il n'atteint pas, ou, sur les verticilles supérieurs, atteint à peine la naissance de la gaîne caulinaire. Entre-nœuds très-grêles, à quatre ou cinq côtes obtuses; faces à peine concaves. Gaînes allongées, ovoïdes, renflées au milieu, vertes, non-membraneuses; dents vertes ou quelquefois avec la pointe noire, plus courtes que la partie vaginante, non étalées en dehors et plutôt un peu inclinées en dedans. La coupe transversale des entre-nœuds (pl. VI, fig. 14 *bis*) donne un carré ou un pentagone avec les angles arrondis et les côtés un peu rentrants; la cavité centrale est très-prononcée et occupe au moins la moitié du total, particulièrement sur les rameaux à cinq côtes. Les faisceaux fibreux des côtes sont très-prononcés et quelquefois s'avancent presque jusqu'aux faisceaux fibro-vasculaires; la chlorophylle forme une ceinture non interrompue; point de lacunes corticales; les lacunes essentielles sont petites, mais toujours apparentes. Il est à remarquer qu'il y a fréquemment deux sortes de rameaux, et cela sur un même verticille. Les uns sont tels qu'ils viennent d'être décrits, les autres, très-gros, sont de vraies tiges secondaires, souvent aussi fortes, aussi longues et aussi rameuses que la tige principale, dont ils reproduisent exactement l'organisation. Leur gaîne basilaire est très-large, et leurs autres gaînes ressemblent non à celles des rameaux, mais à celles de la tige. Il n'est pas rare de trouver sur les tiges spicifères les rameaux des verticilles supérieurs spicifères eux-mêmes.

Épi normal brièvement pédonculé et presque toujours entouré à sa base par la dernière gaîne très-dilatée, noir avant la sporose, cylindrique, gros, très-obtus, très-court et, ainsi que le pédoncule, s'allongeant un peu pendant la sporose. Onze à quatorze rangs de sporanges, avec vingt clypéoles environ. Axe creux. Sporose s'accomplissant de haut en bas, et sur le côté exposé au midi plutôt que sur l'autre, ce qui incline et déforme souvent les épis.

Variations. — « Il n'y a point d'espèce qui varie autant dans le nombre et l'étendue « de ses rameaux : quelquefois tout le verticille se développe, quelquefois une partie « seulement ou un seul rameau, et l'on distingue très-bien sur la tige les points où les « avortements ont lieu » (Vaucher, *Mon. Prêl.*, p. 372). On peut remarquer dans ces variations les quatre formes suivantes:

1° Tiges à rameaux supérieurs chargés d'épis fertiles; *A. polystachyon* Vaucher (*Mon. Prêl.*, p. 372 et 373). Dans les eaux profondes et vaseuses.

2° Tiges élevées, à rameaux nombreux; *E. fluviatile* L. Dans les eaux profondes.

3° Tiges élevées nues, *E. limosum* L.; plus particulièrement sur le bord des fossés.

4° Tiges petites, grêles, sans rameaux, *E. uliginosum* Mühlbg. in Willd. Dans les tourbières et les prés humides couverts de mousses.

Formes anomales. — 6e anom. *Épis interrompus* par des verticilles de gaînes ou par des anneaux plus ou moins réguliers; voir p. 149.

9e anom. *Pluralité des anneaux et anneaux incomplets.*

11e anom. *Gaînes en crête.* Cette anomalie est dans certaines années si fréquente sur cette espèce que plus d'une fois je l'ai vue sur presque tous les pieds d'un même fossé (à Geispolsheim, près de Strasbourg). En examinant ces tiges, j'ai vu que toutes avaient été attaquées dans leur première jeunesse. Vaucher avait dit: « Je n'ai pas « lieu de croire que les Prêles servent d'habitation à aucun insecte » (*Mon. Prêl.*, p. 336); mais on trouve souvent, du moins en Alsace, les entre-nœuds de cette espèce troués par des insectes qui dévorent les tissus du cylindre interne; les parois de la cavité centrale sont alors labourées et toutes noires.

12e anom. *Gaînes en spirale.*

16e anom. *Gracilité.*

17e anom. *Infécondité des spores*; voir p. 153.

Habitat. — Tout le nord de l'Europe et de l'Asie. On la cite aussi dans le nord de l'Amérique. Limite supérieure de végétation: 700 mètres au pied du Mont-Blanc (Payot), 5380 pieds en Suisse d'après M. Bernoulli. Je ne l'ai point vue en Algérie.

Limites d'extension.

« *Sud :* Sicile	38°	Écart en latitude : 30°
« *Nord :* pays des Samoyèdes . .	68°	
« *Occident :* Amérique . . .	80° O.	Écart en longitude : 250°
« *Orient :* Kamtschatka . . .	170° E.	

« Carré d'expansion, 7500 » (Lecoq, *Géog. bot.*, IX, p. 312).

Station. — Les fossés, les mares, les canaux, les eaux peu profondes.

Localités françaises. — Dans tous les départements, même les plus méridionaux, elle croît abondamment dans le moins profond des canaux de vidange qui vont de Tarascon à la mer. La 4e forme, *uliginosum* Mühlbg., abonde dans les prés humides de l'Alsace, à Weiler près de Wissembourg, à Geispolsheim près de Strasbourg etc.

Époque de la sporose. — Commence en fin avril, se prolonge jusqu'au mois d'août dans la vallée du Rhin et recommence en septembre dans les canaux à Arles.

Observation. — Les deux formes principales de cette espèce ont été considérées par Linné comme deux espèces, et sur ce point il y a encore quelques divergences d'opi-

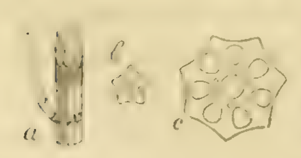
nion. Les uns pensent que chacune des plantes de Linné doit être élevée à la dignité d'espèce; les autres n'en font que des variétés, et d'autres que des formes variables d'un même type. Au nombre des premiers on trouve Wahlenberg qui, en 1820, dans son *Flora upsaliensis*, justifie la distinction en ces termes : « *E. limosum* sequenti « (fluviatili) utique valde affine, attamen non parum differt. Longe prius mense fron- « descentiæ optime legendum; totum crassius sed minus durum, colore dilutiore, « dentibus tantum vaginarum nigris in caule, sed ramorum viridibus. » Il ajoute en parlant de son *E. fluviatile :* « Exteris auctoribus non satis notum. » Mais en 1826, dans son *Flora suecica*, cet auteur révoque lui-même en doute la validité de la première distinction, et il dit formellement : « *E. limosum* sequentis (*E. fluviatilis*) forsan « varietas præcocior, » p. 689. Wallroth (*Fl. crypt. Germ.*) fait également de l'*E. fluviatile* une espèce distincte du *limosum* et du *maximum*. Fries (*Sum. veg. Scand.*, p. 59 et 251) incline vers cette distinction et s'exprime ainsi : « E. LIMOSUM L. et « FLUVIATILE L. utique nimis affinia sunt, sed apud nos (circa Upsaliam vulgaria) « facile discernuntur et a nullo Botanicorum Suecorum, ad prisca contrahenda, « quam nova distinguenda promptiorum, conjuncta. Ut pateat an nostra cum exte- « rorum prorsus conveniant, utrumque dedimus in H. N. XI. » (p. 251). M. Grenier a bien voulu me permettre de consulter cette feuille de l'*Herbarium normale* de M. Fries, et il ne m'est resté aucun doute sur la réunion. M. Milde dit également que l'examen des exemplaires originaux de l'*Herbarium normale* de M. Fries a mis pour lui hors de tout doute possible la réunion des *E. limosum* et *fluviatile* L. (*Gef. Crypt. Schl.*, p. 450 et 451).

A l'exemple de la plupart des auteurs, je réunis ces deux formes sous un seul nom, et même sans les qualifier de dénominations distinctes comme variétés, par la raison qu'elles n'ont pas de fixité, et que de plus on peut trouver que tous les intermédiaires adhèrent à un même rhizome, quand on prend la peine d'en arracher un de quelque longueur sur les bords d'une mare ou d'un fossé. Presque toujours les tiges naissant hors de l'eau sont dépourvues de rameaux, tandis que les tiges immergées à leur base en sont richement pourvues.

7. Equisetum palustre L.

Diagnosis princeps. — E. caule angulato, frondibus simplicibus. L., *Sp. pl.*, Ed. 1ª, p. 1061.

Diagnosis nª. — Spica obtusa, lineari-oblonga. Caulibus late et obscure sulcatis; fistula centrali minima 1/6, lacunas exteriores 6-8 ovato-radiantes adæquante, c. Vaginis cylindricis duplo longioribus quam latioribus, *a;* divisionibus lanceolatis. Ramis aut numerosis, aut paucis, raro nullis, erectis, 5-6-gonis, *b*, sæpe spicigeris et caulem mentientibus. Primo ipsorum internodio vaginæ caulinæ tertiam aut raro dimidiam partem adæquante, *a*. Rhizomatibus profunde repentibus.



Description. — Rhizomes principaux rampant très-profondément. Dans la crue de décembre 1860, le Rhin coupa dans l'Ile des Épis, près de Strasbourg, toute la lisière d'un marécage où abondait cette espèce. Après le retrait des eaux, je trouvai sur les bords du nouveau lit des rhizomes horizontaux déterrés à une profondeur de $1^m,50$. A cette profondeur, les entre-nœuds sont très-longs et dépassent souvent 15 centimètres avec un diamètre de 1 centimètre; les gaînes sont pourries; à chaque nœud on trouve un bourrelet assez large, très-saillant, duquel sortent les rhizomes secondaires et les racines. Ce bourrelet est arrondi vers le bas et irrégulièrement déchiré à la place qu'occupait la base de la gaîne. A ces bourrelets adhèrent de très-gros tubercules (diamètre, 10 millimètres; longueur, 18 millimètres), rarement isolés, mais disposés en chapelets verticillés (pl. I, fig. 5). Leur surface porte six ou sept côtes assez marquées séparant les faces glabres, mates et presque planes. Les rhizomes verticaux qui s'en élèvent et donnent naissance aux tiges sont beaucoup plus petits et quelquefois même tout à fait filiformes. Leurs entre-nœuds sont assez longs, d'abord jaunes, puis passant au rouge brun et au noir intense, toujours très-glabres, très-luisants et lustrés. L'épiderme a été décrit p. 19 et figuré pl. II, fig. 10, 11, 12. Côtes cinq à sept, toujours moins nombreuses que sur les tiges, peu saillantes; faces presque planes. Tubercules assez fréquents, ovoïdes-allongés ou sphériques, noirs et luisants.

Cavité centrale nulle (pl. V, fig. 15). Cylindres très-marqués par une guirlande de petites cellules, si distincts et si facilement séparables, que si l'on coupe un rhizome et qu'on le laisse se dessécher un peu, le cylindre intérieur, se contractant moins que l'autre, s'en détache et fait saillie à l'extrémité. Lacunes corticales très-rapprochées du bord et entre elles, obovales, très-grandes; sur les rhizomes principaux elles sont énormes et deux ou trois fois plus vastes que le cylindre intérieur. Lacunes essentielles assez grandes, très-marquées; faisceau fibro-vasculaire très-prononcé, assez riche en vaisseaux.

Tiges rapprochées et formant quelquefois des touffes, généralement droites et rameuses, rarement nues ou un peu couchées, d'un vert clair et jaunâtre[1], souvent tachetées de brun; atteignant rarement 4 à 5 millimètres de diamètre et ne dépassant guère 50 centimètres de haut. Entre-nœuds neuf à treize sur les tiges spicifères, quinze à vingt sur les tiges stériles, presque tous de même longueur, 3 à 5 centimètres, prismatiques; six à neuf côtes émoussées, « caule angulato » L.; sillons larges, peu profonds, à peine marqués sur le frais, avec des stomates disséminés sur toute leur largeur (pl. III, fig. 10). Cavité centrale très-petite, à peu près égale au sixième du diamètre total. Lacunes corticales très-grandes, larges, obovales ou presque rondes, très-rapprochées les unes des autres et du pourtour extérieur, plus

[1] Quand cette espèce, après avoir été coupée, reste exposée à l'humidité, elle jaunit très-vite.

grandes que la cavité centrale (pl. VI, fig. 15). Le faisceau fibreux des côtes est gros et semi-circulaire; les cellules à chlorophylle sont nombreuses, très-grandes; leurs masses circonscrivent entièrement les faisceaux fibreux en pénétrant profondément (quelquefois jusqu'au milieu) entre les lacunes corticales, et en se rejoignant au-dessus d'elles de manière à former une ceinture continue très-accidentée. Cependant il arrive fréquemment, vers le bas des tiges très-fortes, qu'un second faisceau fibreux apparaît vers le milieu du sillon et s'avance jusqu'aux lacunes, ou n'en est séparé que par un rang de cellules à chlorophylle. Toute cette disposition est particulièrement propre à cette espèce et sans analogie avec celle des autres. La chlorophylle n'y est point d'un vert foncé, comme dans le reste du genre, mais d'un vert jaunâtre. Guirlande séparant les cylindres, polygonale, à angles émoussés et à côtés un peu concaves; lacunes essentielles relativement grandes; faisceau fibro-vasculaire peu étendu, riche en vaisseaux.

Gaînes prismatiques, lâchement appliquées, surtout vers le haut de la tige, partie vaginante deux fois aussi longue que large, à côtes et sillons peu marqués; divisions lancéolées, se séparant nettement en dents effilées, colorées, munies d'un sillon carénal et d'une large membrane blanche, souvent moins longues que la moitié de la partie vaginante.

Rameaux simples, assez gros, dressés, très-irrégulièrement répartis; commençant dès le bas ou vers la moitié, par verticilles complets, ou isolés, ou manquant tout à fait. Gaîne basilaire longue et large, noire et brillante, avec des dents plus pâles et bordées de blanc. Entre-nœuds à cinq côtes émoussées, à sillons à peine concaves; le premier est très-court et atteint à peine, avec sa gaîne, le tiers ou rarement la moitié de la gaîne caulinaire. Les autres gaînes sont très-longues, un peu dilatées et ventrues; dents brun pâle, avec un bord membraneux blanc, larges, moitié moins longues que la partie vaginante, un peu inclinées en dedans. La section transversale des entre-nœuds montre exactement la même organisation que celle des tiges, sur une échelle moindre; quelquefois seulement sur des sujets très-grêles, l'extrémité des rameaux est tétragone et les lacunes corticales sont oblitérées. Assez souvent les rameaux des verticilles supérieurs ou même de tous les verticilles se terminent par un petit épi, ovoïde, et cela avec toutes les modifications possibles de longueur et de position.

Épi linéaire-oblong, enveloppé jusqu'à la sporose par la gaîne supérieure très-dilatée; supporté par un « pédoncule » d'abord peu allongé et qui ensuite devient presque aussi long que lui (15 à 17 millimètres), grêle, très-caduc; anneau très-saillant. Huit ou neuf verticilles de six ou sept clypéoles larges et presque toujours noirs. Axe creux.

Variations. — Les variations extrêmes de cette espèce n'ont pas assez de permanence pour être citées comme variétés; elles ne persistent pas d'une année à l'autre.

et on les trouve quelquefois toutes sur un seul et même rhizome. La forme polystachyée est très-fréquente et affecte toutes les modifications possibles : 1° des rameaux à tous les nœuds, et tous les rameaux sans exception portent des épis et atteignent la même hauteur; 2° rameaux sur la moitié supérieure et les plus élevés seuls spicifères; 3° la tige, nue à la base, n'a de rameaux qu'au milieu; ils sont spicifères, mais, aux nœuds les plus rapprochés de l'épi principal, les épis latéraux, très-nombreux, sont subsessiles.

On trouve dans les bois humides une grande forme stérile, très-rameuse, ayant presque un mètre de haut, et répondant exactement à la forme de l'*E. arvense* que M. Al. Braun a appelée *nemorosum*. Entre cette forme robuste, la forme polystachyée et les formes grêles, amaigries et allongées, ou courtes et à demi-couchées (*E. prostratum* Hoppe) on trouve tous les intermédiaires possibles.

Formes anomales. — 7e anom. *Terminaison irrégulière des épis.* Épis des rameaux se continuant en entre-nœuds; épis terminés par un acumen (voir ci-dessus p. 143 et 149). M. Cosson a signalé cette dernière anomalie comme « sous-variété *mucronatum* » (*Fl. env. Paris*, 2e éd., p. 880; voy. *Bull. Soc. bot. Fr.*, VIII, p. 297 et 368).

10e anom. *Tubercules.* Très-gros et nombreux sur les rhizomes horizontaux; petits et moins fréquents sur les rhizomes secondaires; toujours à épiderme d'un pourpre noir très-brillant.

11e anom. *Gaînes en crête.*

12e anom. *Gaînes en spirale.*

13e anom. *Bifurcation des tiges.*

16e anom. *Gracilité des tiges.* C'est ici qu'il faut rapporter les vés *γ. nudum* Duby (*Bot. gall.*, p. 535), *tenue* Döll (*Fl. Bad.*, I, p. 63) etc. Sans l'étude attentive de la structure on est exposé à rapporter cette forme à l'*E. variegatum* (voy. E. Newman, *Brit. ferns*, p. 49).

17e anom. *Infécondité des spores.* Fréquente sur les sujets grêles à sporose tardive.

Habitat. — Toute l'Europe et le nord de l'Amérique. Elle ne s'élève dans les Alpes qu'à 1500 mètres. Je ne l'ai point rencontrée en Algérie, et Desfontaines ne l'y mentionne point.

Limites d'extension.

« *Sud* : Sud de l'Italie . . .	40°	Écart en latitude : 28°
« *Nord* : Laponie	68°	
« *Occident:* Canada	95° O.	Écart en longitude : 214°
« *Orient :* Dahurie	119° E.	

« Carré d'expansion, 5992 » (Lecoq, *Géog. bot.*, IX, p. 310).

Station. — Tout terrain lui paraît bon, pourvu qu'il soit humide; champs labourés, prairies, marais, tourbières etc.

Localités françaises. — Partout où il y a des marécages.

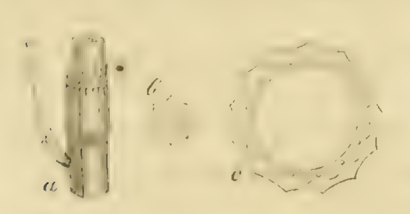
Époque de la sporose. — Depuis le mois de mai jusqu'à la fin de septembre.

Observation. — Quand on examine les formes polystachyées des *E. limosum* et *palustre*, on remarque que jamais il n'apparait de rameaux spicifères sur les tiges à sommet stérile; il ne s'en produit que sur les tiges spicifères et, en général, après que l'épi terminal s'est flétri. Cela arrive surtout lorsque les épis de la première de ces espèces se sont mal développés au printemps, soit que le froid les ait brûlés, soit que des pluies continues les aient rapidement fait pourrir. On est alors porté à attribuer cette production à la coïncidence d'un arrêt dans le développement en longueur de la tige principale et d'un excès de force dans la même tige; et, selon M. Milde, le développement de ces formes sur l'*E. palustre* « est favorisé par la destruction précoce de l'épi principal ou par la mutilation de la tige principale » (*Gef. Crypt. Schl.*, p. 462). En citant la forme polystachyée de l'*E. palustre*, M. Ed. Newman rappelle que Bolton l'avait attribuée à la destruction de la sommité de la tige principale, et, d'accord avec M. Wood (*Phytol.*, janvier 1843, p. 482), le même auteur fait observer qu'il n'est pas nécessaire de rattacher la production des épis secondaires à la mutilation de la tige principale, « puisqu'on trouve un épi terminal sur les tiges chargées de rameaux spicifères » (*Brit. ferns*, p. 48). Cela est parfaitement exact, et, de plus, il arrive souvent qu'on voit déjà paraître les épis à l'extrémité des rameaux avant que l'épi principal soit entièrement sorti de sa gaîne, de sorte qu'il y a presque simultanéité. On remarque en outre que, sur les sujets polystachyés, les gaînes des tiges et des rameaux sont plus dilatées, plus longuement dentées, et que les rameaux sont beaucoup plus gros, ce qui indique une prédisposition antérieure à la destruction de l'épi principal et à toute autre circonstance qui peut d'ailleurs très-bien favoriser le développement ultérieur des épis secondaires.

8. Equisetum ramosissimum Desf.

Diagnosis princeps. — E. caule striato, ramosissimo; ramis virgatis, striatis, erectis, verticillatis, apice floriferis. Desf., *Fl. atl.*, II, p. 398.

Diagnosis nª. — Spica acuminata, lineari-ovoidea; pedunculo normali modice elongato (spicæ sæpe aboriuntur et tunc nigræ, ovoideæ, sessiles). Caulibus subsolitariis, erectis, altissimis, validis (seu post mutilationem cæspitoso-aggregatis, reductis et tenuioribus), ad medium ramosis, raro nudis, late sulcatis. Fistula centrali magna, 2/3; lacunis exterioribus 10-15 ovato-transversalibus, *c*. Vaginis longissimis, admodum laxis, divisionibus lineari-lanceolatis, in dentes margine membranaceos persistentes vel hyeme caducos evadentibus. Ramis aut nullis, aut paucis et brevibus, aut numerosis validis et caules graciles mentientibus, *b*; primo ipsorum internodio quartam aut vix tertiam vaginæ caulinæ partem adæquante, *a*. Rhizomatibus profunde repentibus.



Description. — Rhizomes horizontaux rampant très-loin à une profondeur de 60 centimètres à 1^m,60, et notablement plus gros que les rhizomes qui s'en élèvent verticalement et supportent les tiges. J'en ai trouvé de merveilleusement beaux, à 2 mètres de profondeur, dans les berges du canal de Craponne, à Rabet près d'Arles, où l'érosion des eaux les met à nu quelquefois sur une longueur de 6 mètres. M. Boreau attribue à cette espèce « de petits tubercules ovoïdes » (*Fl. Cent.*); les rhizomes ne m'en ont jamais offert, bien que souvent ils aient des entre-nœuds très-courts et renflés. Leur diamètre le plus ordinaire est de 4 à 5 millimètres, mais il atteint jusqu'à 7 millimètres à Arles et à Alger. Les entre-nœuds ont de 4 à 8 centimètres de long, huit côtes et autant de faces peu marquées. Le plus souvent au-dessous du point d'émersion des rhizomes secondaires naît une forte racine, presque aussi grosse qu'eux et longue de 1 à 2 mètres. L'épiderme a été décrit p. 18 et figuré pl. II, fig. 17. Les gaînes dépassent souvent 18 millimètres; elles sont, ainsi que les entre-nœuds, d'un roux brun très-foncé et sans ces amas de tomentum qui revêtent les gaînes souterraines de l'*E. hyemale* et qu'on ne trouve ici que sur les racines. Ces gaînes sont un peu molles et charnues, surtout à la base de leurs côtes; il en résulte qu'à ce point elles se détruisent plus facilement et qu'il se forme à la base de chaque gaîne, sur le dos de ses côtes, de petites fossettes analogues à celles qu'on trouve sur l'*E. maximum* (p. 171). Les gaînes se détruisent d'ailleurs très-rapidement et il est rare d'en trouver une complète sur les rhizomes un peu vieux. Lorsqu'elles sont tout à fait détruites, il n'existe plus vers les nœuds qu'un renflement crénelé et parfaitement régulier, dont les lobes arrondis répondent aux faces et les sinus aux côtes de l'entre-nœud (pl. I, fig. 6, *b*, *c*). Le fond de ces sinus a été préparé par la destruction des cellules de la petite fossette mentionnée ci-dessus. Cette élégante crénelure donne alors aux rhizomes un peu gros un aspect vraiment étrange. Cavité centrale petite, égale au cinquième du diamètre total, toujours irrégulièrement ondulée aux bords. Le tiers extérieur du rayon est occupé par une masse continue de cellules colorées et très-chargées de granules amylacées; le tiers intérieur l'est par le cylindre interne; les lacunes corticales occupent le tiers moyen et sont ainsi plus éloignées du pourtour extérieur que de l'intérieur (pl. V, fig. 16). Elles sont ovales ou presque rondes, leur plus grand diamètre est toujours transversal. Lacunes essentielles relativement très-grandes et presque aussi larges que les cloisons cellulaires qui séparent les grandes lacunes. Faisceau fibro-vasculaire très-petit, ne pénétrant point entre les lacunes corticales; les cordons de vaisseaux sont très-marqués, rapprochés et rayonnants.

La partie souterraine de la tige offre la même coupe, mais la couche cellulaire qui sépare l'épiderme des lacunes corticales est de moins en moins épaisse.

Les tiges sont droites, en général isolées et même éloignées les unes des autres;

mais souvent aussi à la suite d'une mutilation vers la surface du sol, la partie souterraine des tiges en produit des touffes épaisses, toujours très-droites. Elles sont moins rudes au toucher que celles de l'*E. hyemale* et d'un vert moins foncé. Leur hauteur normale est de 1 mètre environ; mais elles varient à l'infini depuis 20 centimètres jusqu'à 3 ou 4 mètres; nues ou très-rameuses, grêles ou robustes. Les entre-nœuds sont dès lors aussi variables en grosseur et en longueur; sur les formes normales ils dépassent presque toujours 10 centimètres vers le milieu de la tige; ils ont de dix à seize côtes un peu saillantes, à carène arrondie, obtuse, portant de chaque côté un rang de petites saillies sur les sujets très-forts et très-vieux. Sillons très-larges et peu profonds, avec une ligne de stomates de chaque côté[1]. Cavité centrale grande, occupant environ les deux tiers du diamètre total (pl. VI, fig. 17). Lacunes corticales à peu près également éloignées du pourtour extérieur, de l'intérieur et entre elles, arrondies ou un peu ovales-transverses, souvent subquadrangulaires. Les deux cylindres sont plus distincts sur cette espèce que sur aucune autre du même groupe; la guirlande de petites cellules qui les sépare est extrêmement ondulée; elle passe à une égale distance entre les grandes lacunes et la cavité centrale, puis contourne à l'extérieur les faisceaux fibro-vasculaires et, pour cela, pénètre profondément entre les grandes lacunes et jusque vis-à-vis leur bord extérieur. Les lacunes essentielles sont très-éloignées de la cavité centrale, et placées presque entièrement entre les grandes lacunes; elles sont plus larges vers l'intérieur; leur faisceau fibro-vasculaire est étroit avec des cordons de vaisseaux rapprochés, rayonnants et parallèles. Le faisceau fibreux des côtes est cunéiforme et pénètre profondément jusqu'à la séparation des grandes lacunes et presque jusqu'au cylindre intérieur dont il n'est séparé que par quelques rangs de cellules à chlorophylle. Un autre faisceau fibreux, très-large et moins profond, s'étend dans les sillons. Sur les espèces du quatrième groupe, la distribution des cellules à chlorophylle, quelque variée qu'elle soit, offre toujours un caractère commun, dépendant de la disposition des stomates sur une seule ligne de chaque côté du sillon. Ainsi, sur toutes ces espèces, les groupes de cellules à chlorophylle ne touchent l'épiderme qu'au point correspondant à la ligne de stomates; à partir de ce point leur nombre augmente vers l'intérieur, mais l'intensité de leur coloration diminue. Sur l'*E. ramosissimum* chaque groupe se réunit au groupe voisin, et forme ainsi une couronne continue très-fortement échancrée par les faisceaux fibreux (pl. VI, fig. 17). Elle est nécessairement interrompue par ces mêmes faisceaux vers le bas des tiges où le développement de la chlorophylle est toujours moins prononcé.

Les gaînes sont très-longues et, y compris les dents, atteignent jusqu'à 24 milli-

[1] M. Döll mentionne l'existence accidentelle de deux lignes de stomates de chaque côté du sillon sur une forme du sud (*Fl. Bad.*, p. 66).

mètres; leur longueur moyenne est entre 12 et 18 millimètres, et, à diamètre égal, presque double de celles de l'*E. hyemale*. Étroitement appliquées sur leur tiers inférieur, elles vont ensuite en s'élargissant un peu en cloche. Elles sont d'abord tout à fait vertes et concolores avec un bord membraneux; très-rapidement les dents deviennent noires et se dessèchent, quelquefois même elles tombent la seconde année sur les sujets qui ont passé l'hiver; la partie vaginante qui reste présente alors un bord membraneux blanchâtre, encore longuement et inégalement dentelé, et non, comme l'*E. hyemale*, des lobes courts d'un noir luisant, nettement arrondis, épais et comme charnus. Les divisions sont étroites, linéaires, et au delà de leur dilatation en cloche elles s'isolent et se réduisent à des dents filiformes sphacélées, largement membraneuses aux bords. Les côtes ne diffèrent en rien de celles des entre-nœuds, dont elles sont la continuation; seulement vers le tiers supérieur elles semblent quelquefois avoir de petites carènes latérales; ce qui provient de ce que sur cette région le sillon commissural devient très-étroit et que ses bords coupés carrément sont un peu repoussés en dehors. Très-fréquemment, sur les sujets qui ont passé l'hiver, ou même dès l'automne, les deux tiers supérieurs de la partie vaginante prennent une couleur marron avec une bordure plus foncée en dessus et en dessous, ce qui donne à ces tiges un aspect étrange.

Les rameaux varient beaucoup en nombre, en longueur, en position. Ils sont ordinairement dressés ou un peu étalés, quelquefois courbés en arc, s'ils sont très-longs. Gaîne basilaire courte, large, très-noire et luisante à la base, à quatre ou cinq dents courtes, obtuses, d'un brun mat et souvent bordées de blanc. Premier entre-nœud très-court, atteignant à peine, y compris ses dents, le quart, très-rarement le tiers de la gaîne caulinaire; les autres entre-nœuds sont souvent très-nombreux et très-longs, à six ou huit côtes un peu plus prononcées que celles de la tige. Leurs gaînes sont, sur de moindres dimensions, semblables à celles de la tige, mais beaucoup plus dilatées; la section transversale offre les mêmes tissus semblablement disposés.

Épi apiculé linéaire-oblong; jusqu'à la sporose le « pédoncule » demeure si court que la base de l'épi est enveloppée par la gaîne supérieure dilatée; à la sporose il s'allonge et il est alors mou et d'une belle couleur rose. Douze à quatorze verticilles de sporanges, avec une dizaine de clypéoles, très-souvent noirs. Axe plein. Pendant la sporose, qui s'effectue de haut en bas, les épis sont d'un vert pâle et jaunâtre. Spores assez souvent abortives sur les épis des rameaux et des sujets grêles.

Variations. — « Cette espèce paraît être fortement influencée par la nature du « terrein dans lequel elle croît, car tantôt elle ne développe qu'un petit nombre de « tiges grêles et fort courtes, tantôt au contraire, et surtout lorsqu'elle sort d'un terrein « plus riche, on voit sortir de la touffe principale des tiges beaucoup plus grosses et plus « ramifiées qu'on croirait ne point appartenir à la même espèce » (Vauch., *Mon. Prél.*,

p. 333). Il semble difficile de mieux caractériser le protéisme de cet Equisetum, si justement nommé par le même auteur *E. multiforme*. Il faut cependant ajouter que ces différences de taille et d'aspect ne se trouvent pas seulement dans des terrains différents, mais qu'elles existent à côté les unes des autres et souvent sur un même rhizome. De là l'impossibilité absolue d'établir ces différences en variétés dénommées, et la nécessité de les mentionner comme de simples formes presque individuelles et variables sous des influences qui sont loin d'être toujours appréciables.

La forme la plus vigoureuse et en même temps la plus ordinaire en France est très-rameuse. Dans les haies, la moitié inférieure est nue, et les rameaux, commençant vers le milieu, vont jusqu'au sommet en diminuant de longueur. Souvent, dans les haies de Provence et d'Algérie, après que l'épi terminal s'est flétri et est tombé, des rameaux latéraux se développent avec vigueur, portent à leur tour des épis, puis des ramuscules qui se comportent de la même manière, et, au bout de deux ou trois ans, la plante, ainsi ramifiée en tout sens, atteignant une dimension de 3 mètres et portant de soixante à quatre-vingts épis, justifie pleinement le nom imposé par Desfontaines et cette assertion de Mutel qui la dit « presque grimpante » (*Fl. d. Fr.*, IV, p. 169). C'est particulièrement sur cette grande forme que les gaînes, fortement dilatées, perdent leurs lobes pendant l'hiver et ensuite se colorent en marron sur la moitié ou les trois quarts supérieurs de leur longueur et donnent ainsi à la plante un aspect tout particulier. Vaucher avait fait de « ces belles gaînes d'un brun clair » le caractère essentiellement distinctif de l'*E. ramosissimum* Desf. (*Mon. Prêl.*, p. 369).

Dans les terres cultivées, les tiges sont en général moins élevées, grosses, rameuses dès la base et quelquefois même si complétement rameuses à leur base que les rameaux constituent des groupes de tiges secondaires ayant la même grosseur et la même direction verticale que la tige principale. Cette forme abonde en Provence dans les interstices des pierres formant les murs de soutènement des champs cultivés (Arles, Istres, Toulon, Grasse etc.).

Dans les prés, les lieux découverts, les sables et les graviers du bord des rivières, dans les terrains salins des Bouches-du-Rhône, elle a des formes plus grêles, plus élancées et plus nues; quelquefois même elle est haute de plus de 75 centimètres, sans avoir un seul rameau.

Enfin lorsque dans ces mêmes lieux elle est coupée, ou foulée aux pieds, ou brûlée par le froid, ou mutilée vers sa base d'une façon quelconque, elle produit à ses nœuds une grande quantité de petits rameaux souvent spicifères; ces touffes cespiteuses ressemblent, à s'y méprendre, à celles de l'*E. variegatum* et même plus d'une fois ont été prises pour elles. Elles s'en distinguent cependant facilement, même à l'extérieur et sur le sec, par la longueur de leurs gaînes, presque doubles de celles de l'*E. variegatum*, et aussi par ce que ce dernier porte un sillon carénal

prononcé sur les côtes des gaînes ainsi que sur celles des entre-nœuds à leur partie supérieure.

Formes anomales. — Les trois premières anomalies se présentent très-fréquemment sur cette espèce, où le développement excessif des rameaux est presque l'état normal.

9e anom. *Anneaux irréguliers.* L'anneau est ordinairement très-saillant, et sur la plupart des sujets robustes celui de l'épi principal porte à ses lobes des sporanges et des spores, mais toujours imparfaits.

17e anom. *Infécondité des spores.* M. Milde dit de son *E. elongatum*, qui paraît rentrer dans cette espèce : « Toutes les formes portent chez nous chaque année, comme je m'en suis convaincu, des spores incolores, stériles et des sporanges à cellules sans fibres spiralées » (*Gef. Crypt. Schl.*, p. 468). Il n'en est pas de même sur cette espèce en France, et des semis de spores m'ont donné chaque année de très-beaux sporophymes ; mais néanmoins il n'est pas rare de la trouver telle que la mentionne M. Milde. Ainsi les épis dont la totalité ou la majeure partie des clypéoles sont très-noirs n'arrivent pas à sortir de la gaîne. Leur « pédoncule » rosé ne se développe point ; ils demeurent petits et flasques, et, sur cette espèce et les suivantes, ne présentent alors que des sporanges imparfaits. Au lieu de spores ils contiennent des masses informes, composées de quatre cellules agglutinées par une matière amorphe et renfermant quelques granulations verdâtres. Ces épis paraissent avoir été frappés de mort avant leur complète évolution, car leur couleur noire intense est toujours celle que, sur les espèces de ce groupe, prennent les parties lésées ou ne fonctionnant plus.

Habitat. — Cette espèce paraît s'arrêter au Nord sur une ligne partant de la vallée inférieure de la Loire, et s'avançant obliquement par Mayence, Halle, la Silésie, « la Lithuanie » (Lecoq, *Géog. bot.*, IX, p. 313). En Suisse elle s'élève à 3000 pieds d'après M. Bernoulli, et au pied du Mont-Blanc à 2000 mètres d'après M. V. Payot. Elle abonde dans le sud de l'Europe, le nord de l'Afrique et y remplace l'*E. hyemale.* Je l'ai vue d'Abyssinie dans le riche herbier de M. Buchinger avec un Equisetum de l'île Maurice et un autre de divers points du cap de Bonne-Espérance qui doivent encore appartenir à cette espèce, beaucoup plus répandue qu'on ne l'a cru jusqu'ici.

Limites d'extension.

Sud : Abyssinie	10°	Écart en latitude : 44°
Nord : Lithuanie	54°	
Occident : Espagne	8° O.	Écart en longitude : 105°
Orient : Sibérie de l'Altaï . .	97° E.	

Carré d'expansion, 4620.

Station. — Je l'ai trouvée un peu dans toutes les positions ; elle paraît toutefois affectionner les terrains sablonneux et un peu caillouteux.

Localités françaises. — Vallée du Rhin, à Strasbourg, à Benfeld etc., dans les prairies marécageuses et caillouteuses. Vallées de l'Isère, de la Durance; vallées du Rhône jusque dans les sables salins des embouchures et dans le voisinage immédiat des salines à Rassuen, près d'Istres (Bouches-du-Rhône); bords de la Méditerranée, où elle atteint son maximum de développement; sables maritimes de la Gironde; vallée de la Dordogne jusqu'à Limeuil; vers l'embouchure de la Charente-Inférieure remonte fort loin dans la vallée de la Loire.

Époque de la sporose. — J'ai déjà dit plusieurs fois (p. 14, 208 etc.) que cette espèce ne résiste au froid que dans les endroits couverts et abrités, et que les tiges périssent tous les hivers dans les lieux découverts en Provence et en Afrique aussi bien que sur les bords du Rhin. Elle entre en végétation de bonne heure; dès le 1er mai en Provence et vers le 15 juin en Alsace, la sporose commence sur les épis principaux; elle est beaucoup plus tardive sur les épis des rameaux et des tiges faibles, et quelquefois elle s'y produit encore en septembre.

Observation. — A l'état normal les tiges ne sont point « d'un vert blanchâtre » (Gren. et God., *Fl. de Fr.*, III, p. 645); elles ne deviennent telles qu'en se desséchant, comme le fait souvent l'*E. palustre.* Elles sont au contraire d'un beau vert de jeunes feuilles d'oranger, tandis que l'*E. hyemale* adulte est d'un vert foncé et tirant sur le noir.

9. Equisetum variegatum Schleich.

Diagnosis princeps ab auctore denominationis nulla.

E. caule nudo; vaginarum dentibus lanceolato-subulatis. Fr. Weber et D. Mohr, *Bot. Taschenb.* a. d. Jahr 1807, p. 60.

E. variegatum. — Stirps gracilis tenella. Caules ex una radice plures, simplicissimi, erecti, nudi, glabri, amentiferi. Articuli longiusculi, sub-8-sulcati. Vaginæ inferne nigricantes, ad dimidium usque fissæ, dentibus lanceolato-subulatis, albidis, carina apiceque nigris, scariosis, suboctonis, vaginæ amentum cingentis maximis. Amentum terminale, parvum, ovatum, nigricans. Receptacula partesque genitales ut in congeneribus. *Obs.* Caulibus simplicissimis, nudissimis, articulorum longitudine, vaginarum colore, amenti denique forma Eq. hyemali proximum, distinctissimum vaginis omnibus dentatis, cætera ut negligamus. Cum Eq. scirpoidi habitu tenello, colore, amento et articulorum ratione convenit quidem, at vaginis in nostro multifidis, in illo trisetis ut habet cel. Michaux E. ejus interpres, toto cœlo differt. Weber et Mohr, o. c., p. 447.

Diagnosis na. — Spica acuminata, ovoidea; pedunculo brevi. Caulibus numerosis, cæspitosis, adscendentibus aut decumbentibus, gracillimis, nudis, rarissime parce ramosis, valde sulcatis. Fistula centrali parva, 1/3; lacunis exterioribus 7-10 ovato-rotundis, *c.* Vaginis paulo longioribus quam latioribus, dilatatis etiamque campanulatis; divisionibus lanceolatis in dentes membranaceos diaphanos, lanceolato-cuspidatos, persistentes evadentibus. Ramis paucissimis, brevibus, cauli æmulis; primo ipsorum internodio dimidiam circiter vaginæ caulinæ partem adæquante. Rhizomatibus fere ad superficiem repentibus.



Description. — Les rhizomes rampent presque à la surface du sol et ne s'enfoncent guère au delà de 3 ou 4 centimètres. J'en ai obtenu qui dépassaient 3 mètres en longueur, et se ramifiaient tellement qu'ils formaient un véritable réseau sur le sol humide. Les entre-nœuds sont courts, 2 à 3 centimètres, irréguliers et tortueux, d'un diamètre qui ne dépasse guère 3 millimètres. Leur surface, très-noire et brillante, présente sept ou huit faces à peine marquées par des côtes très-obtuses. Les gaînes sont assez longues, de 1 centimètre environ; la partie vaginante est étroitement appliquée, très-lisse, glabre et luisante comme les entre-nœuds; les dents, qui occupent la moitié de la longueur totale, sont d'un brun moins foncé, fortement striées en long, linéaires-aiguës, souvent soudées par deux ou trois. Elles se détruisent assez vite, mais la partie vaginante persiste presque toujours, et, en tout cas, ne disparaît jamais complétement en laissant un bourrelet régulier comme sur l'*E. ramosissimum.* Cavité centrale relativement grande et presque égale au tiers du diamètre total; lacunes corticales très-grandes, occupant plus de la moitié du rayon des tissus; larges, obovales, très-rapprochées de la cavité centrale, et à peu près également distantes de cette cavité et entre elles (pl. V, fig. 17). Lacunes essentielles relativement assez grandes, presque sur la même circonférence que le bord intérieur des grandes lacunes. Faisceaux fibro-vasculaires très-petits, très-étroits, entièrement placés entre les lacunes corticales; cordons de vaisseaux très-apparents, très-rapprochés et rayonnants.

Tiges très-nombreuses et cespiteuses, couchées à la base, puis ascendantes. Les rhizomes partiels, qui se détachent obliquement du rhizome principal, se prolongent, suivant la même direction, en tiges ascendantes, aux nœuds inférieurs desquelles naissent des tiges latérales tout à fait semblables aux tiges principales, sinon plus longues et plus fortes; et, l'année suivante, des nœuds inférieurs de chacune de ces tiges il en naît de nouvelles formant des touffes épaisses assez rapprochées les unes des autres. Au lieu de s'étaler en cercle autour de la première, toutes ces tiges secondaires sont presque parallèles et suivent la direction oblique du rhizome partiel auquel elles appartiennent. Elles sont très-grêles, presque lisses au toucher, simples ou très-rarement avec un ou deux rameaux. Leur hauteur normale est de 12 à 30 centimètres; moindre dans les lieux très-secs, elle atteint quelquefois 50 centimètres au bord des eaux. Entre-nœuds courts, de 15 à 30 millimètres, d'un diamètre de 2 à 3 millimètres; souvent arqués sur les sujets très-petits, ce qui fait paraître les tiges tortueuses; sept à dix côtes saillantes, à carène plane ou un peu concave, bordées sur chaque côté de très-petites aspérités siliceuses. Sillons d'une largeur à peu près double, portant de chaque côté une ligne très-régulière de stomates. Cavité centrale dépassant à peine le tiers du diamètre total. Lacunes corticales presque rondes, très-éloignées du pourtour extérieur, très-rapprochées de l'intérieur et entre elles (pl. VI'

fig. 18). Cylindres indistincts. Lacunes essentielles très-petites, extérieurement tangentes à la même circonférence que les lacunes corticales; faisceau fibro-vasculaire s'avançant entre les grandes lacunes, très-étroit, avec des cordons de vaisseaux très-marqués, très-rapprochés et presque parallèles. Les faisceaux fibreux des côtes et des sillons sont à peu près de même grosseur et de même forme; très-larges et presque triangulaires, ils s'avancent peu vers l'intérieur et forment sous l'épiderme une ceinture ondulée qui n'est interrompue que sous les lignes de stomates. Les cellules à chlorophylle forment autour du faisceau fibreux carénal une masse très-nettement circonscrite, subréniforme, bilobée, à lobes arrondis; elles manquent sous le faisceau fibreux du milieu des sillons et ainsi se comportent à l'inverse de celles de l'*E. hyemale* qui, manquant vis-à-vis des côtes, étendent leur masse sous les sillons (comparer les fig. 18 et 20 de la pl. VI).

Gaînes courtes, 3 à 5 millimètres avec les dents, vertes et étroitement appliquées à la base (ce qui les fait paraître encore plus courtes qu'elles ne le sont réellement), puis subitement dilatées en toupie sur les deux tiers supérieurs, surtout vers le haut des tiges spicifères. Divisions lancéolées, avec un sillon carénal très-prononcé et se prolongeant sur les entre-nœuds. Dents persistantes, larges, très-aiguës, tout à fait membraneuses, blanches et un peu diaphanes. Celles des gaînes les plus rapprochées de l'épi ont sur leur carène une ligne noire, et toutes présentent à leur base une large bande de la même couleur, qui contraste avec la blancheur de leurs bords membraneux, et a valu à cette espèce le nom que G. Bauhin lui a le premier appliqué et qu'elle a conservé depuis.

Rameaux nuls ou accidentels et alors entièrement conformes aux tiges. La gaîne basilaire est courte et très-large, d'un noir brillant; le premier entre-nœud est très-court et, avec la gaîne, atteint ou dépasse à peine la moitié de la gaîne caulinaire.

Épi apiculé ovoïde, long de 8 à 10 millimètres, d'abord presque sphérique et sessile dans la dernière gaîne très-dilatée et presque en soucoupe, puis s'allongeant lors de la sporose, ainsi que son « pédoncule » rosé, qui ne s'élève pourtant jamais beaucoup au-dessus de la gaîne. Anneau très-large; six à neuf verticilles de six à huit clypéoles. Axe creux. Pendant la sporose, qui s'effectue de haut en bas, les épis normaux sont d'une belle couleur orange. Spores très-rarement abortives, si ce n'est dans les sporanges supérieurs dont le clypéole est très-noir.

Variations et formes anomales. — Cette espèce présente deux variations dans ses dimensions extrêmes. Lorsqu'elle croît sur le bord d'une eau courante, dans un terrain bon quoique caillouteux, elle pousse de longs rhizomes sur lesquels sont espacées de belles tiges, longues de 50 centimètres, droites, presque solitaires, quelquefois un peu rameuses, et ayant jusqu'à treize ou quatorze côtes; c'est la ve *Wilsoni* Ed. Newm. (*Brit. ferns*, p. 38 et 39 avec fig.) et la ve *elatum* Döll (*Fl. Bad.*, I, p. 71). Elle est très-

abondante le long de quelques fossés de la citadelle de Strasbourg. Lorsqu'au contraire l'*E. variegatum* croît dans des lieux très-découverts, sur un sol très-maigre, très-caillouteux et très-sec, ses rhizomes courts, tortueux, produisent de nombreuses touffes de tiges cespiteuses, petites, de 10 à 15 centimètres, grêles, couchées, ascendantes ou courbées ou tortueuses, n'ayant plus quelquefois que quatre ou cinq côtes. Ce sont les formes extrêmes de la ve *cæspitosum* Döll (*Fl. Bad.*, I, p. 71). Si je ne considère pas cette forme comme variété, non plus que la précédente, c'est parce que, si on arrache avec précaution les rhizomes de celle-ci, on constate qu'en dehors de l'eau et dans le sol maigre ils portent à l'autre extrémité des touffes de la petite forme cespiteuse.

3e anom. *Tiges rameuses après mutilation.* Ne se produit guère que sur les sujets très-robustes.

17e anom. *Infécondité des spores.* Assez rare; j'ai même trouvé des spores bien conformées dans des sporanges dont la plupart des cellules étaient dépourvues de fibres spiralées.

Habitat. — Cette espèce aurait sa limite boréale en Norwége, d'après M. Fries (*Summ. veg.*, p. 59); selon M. Milde elle atteindrait la Finlande et la Laponie (*Gef. Crypt. Schl.*, p. 470). Elle croît assez fréquemment dans les trois parties de l'Angleterre, et se retrouve le long du Rhin depuis Mayence jusqu'aux Alpes de la Suisse, où elle s'élève à 7000 pieds selon M. Bernoulli. M. V. Payot l'a signalée au pied du Mont-Blanc, à une altitude de 1100 à 1300 mètres; M. Zetterstedt, dans les Pyrénées, à 2194 mètres.

Limites d'extension.

Sud : Pyrénées	43°	Écart en latitude : 22°
Nord : Norwége (M. Fries) . .	65°	
Occident : Irlande	10° O.	Écart en longitude : 126°
Orient : Sibérie de Baïkal . .	116° E.	

Carré d'expansion, 2772.

Station. — Voisinage des eaux, dans des lieux caillouteux ou dans le gros gravier.

Localités françaises. — Le long du Rhin en Alsace. Abonde à Strasbourg, à Seltz etc. Vallée de Chamounix (V. Payot). Pyrénées, à Tourmalet, entre Rencluse et la Maladetta (Zetterstedt). Les Alpes, d'où cette espèce peut et doit sans doute descendre dans les vallées du Rhône et de la Durance; mais je n'ai pu l'y rencontrer, et ce que j'y ai vu, comme ce que j'ai, sous ce nom, reçu de ces vallées, se rapporte aux formes cespiteuses de l'*E. ramosissimum.* M. Boreau la cite comme rare dans les alluvions de la Loire et de l'Allier (*Fl. Cent.*, 3e éd., II, p. 748).

Époque de la sporose. — Les tiges de cette espèce sont, dans les lieux très-découverts, humides et un peu gras, brûlées par les premières gelées, et elles couvrent le sol de leurs articles séparés et blanchis. Mais au pied des arbrisseaux, ou à la faveur d'un abri quelconque, elles persistent. Sur les graviers découverts, les tiges courtes grêles et cespiteuses résistent davantage; la plupart même échappent et poussent aussitôt que cessent les gelées. J'en ai trouvé le 27 février 1859 en pleine sporose; les cellules des sporanges étaient pour la plupart sans fibres spiralées, mais les spores étaient bien constituées et se développèrent en beaux sporophymes. J'ai même trouvé en janvier, au moment de la fonte des neiges, des épis en sporose; mais les sporanges et les spores étaient incomplétement formés. Cette espèce semble ainsi pouvoir être toute l'année en état de végétation et de sporose, bien qu'elle ne soit pas celle qui résiste le mieux au froid. L'époque où la sporose est le plus abondante et le plus générale est en avril, pour les tiges qui ont passé l'hiver; puis en août et septembre, il y en a une seconde presque aussi forte, c'est celle des tiges de l'année.

10. Equisetum trachyodon Al. Br.

Diagnosis princeps. — .....Durch die persistenten, schmalen und rauhen Scheidenzähne als eigene Form sehr kenntlich..... *Flora*, 1839, p. 305.

Diagnosis n^a^. — Spica acuminata, ovoidea, subsessili, plerumque abortiva. Caulibus numerosis, cæspitosis, adscendentibus, gracilibus, nudis (post mutilationem aut vulnera ramosis), asperis. Fistula centrali parva, 1/4-1/3; lacunis exterioribus 10-12 ovato-radiantibus, *c*. Vaginis stricte adpressis; divisionibus linearibus, dente subulato, membranaceo, sphacelato, persistente terminatis, *a*. Rhizomatibus haud profunde repentibus.





Description. — Rhizomes s'enfonçant irrégulièrement; je n'ai jamais pu en obtenir de très-longs; ils m'ont paru constamment ou pourris ou desséchés et flasques, à quelque distance des nombreuses tiges qui s'en élèvent obliquement en formant des touffes étalées. Leurs entre-nœuds sont moins gros (3 millimètres) et tout aussi courts que ceux de l'*E. hyemale*, à huit ou neuf faces d'un roux brun et sans tomentum. Les gaînes sont assez longues; dents fortement striées, se pourrissant vite; partie vaginante assez longue, glabre ou quelquefois revêtue contre les dents d'un large et épais bourrelet de tomentum, qui devient moindre ou nul sur les vieilles souches ou sur celles qui ont été exposées à l'air.

La cavité centrale est petite, et n'occupe pas le quart du diamètre total; lacunes corticales obovales, petites, à peine un peu plus rapprochées de la cavité centrale que du pourtour extérieur (pl. V, fig. 18). Lacunes essentielles très-petites, tangentes à l'intérieur de la circonférence, à laquelle les grandes lacunes le sont extérieurement.

Faisceau fibro-vasculaire très-petit, s'avançant entre les grandes lacunes; cordons de vaisseaux très-rapprochés.

Tiges nombreuses, ascendantes et le plus souvent disposées en touffes étalées, moins rudes, moins grosses et moitié moins longues que celles de l'*E. hyemale;* d'un vert pâle souvent lavé de rouge; nues ou portant un ou deux rameaux après mutilation. Entre-nœuds dix à douze, à peu près tous de même longueur et atteignant au plus 5 centimètres, sur un diamètre de 2 millimètres, rarement tout à fait droits, mais reproduisant la courbure des tiges ascendantes. Toutefois, les grandes inflexions ont lieu dans les gaînes au-dessus du nœud (voyez p. 188 et 189). Dix à douze côtes très-marquées, quoique peu en relief, à carène plane bordée latéralement d'aspérités siliceuses transversales; sillons d'une largeur presque triple, peu profonds, avec une ligne de stomates de chaque côté. Cavité centrale petite, occupant le tiers du diamètre total; lacunes corticales obovales, rayonnantes, plus éloignées du pourtour extérieur que de l'intérieur et entre elles (pl. VI, fig. 19). Lacunes essentielles très-petites, tangentes à l'intérieur de la circonférence, à laquelle les grandes lacunes le sont extérieurement. Faisceau fibro-vasculaire étroit et pénétrant un peu entre les lacunes corticales. Cordons vasculaires rapprochés, rayonnants, presque parallèles. Les deux cylindres sont généralement marqués par une guirlande très-ondulée, qui contourne à l'extérieur les faisceaux fibro-vasculaires et passe entre les grandes lacunes et la cavité centrale. Les fibres corticales forment, sous les côtes et sous le milieu des sillons, des faisceaux triangulaires qui pénètrent profondément vers le centre et s'interposent entre les cellules à chlorophylle; celles-ci sont disposées au-dessous de chaque ligne de stomates en groupes arrondis vers l'extérieur et se prolongeant un peu de chaque côté des grandes lacunes.

Gaînes une fois plus longues que larges, appliquées; divisions linéaires peu convexes, très-nettement marquées d'un sillon carénal qui se prolonge jusqu'au milieu de l'entre-nœud, et de deux sillons latéraux presque aussi prononcés; dents très-aiguës, noires sur la ligne médiane, bordées d'une large membrane blanche, très-persistantes et ne tombant que par lambeaux après le premier ou après le second hiver[1]. Une large bande, d'un noir très-intense à ses bords, règne sur la moitié supérieure de la partie vaginante, laquelle est bien plus persistante que sur l'*E. hyemale.*

Rameaux nuls ou succédant à une mutilation; même structure, mêmes gaînes que sur les tiges. Six ou sept côtes assez saillantes. Gaîne basilaire d'un noir brillant; premier entre-nœud très-court, et avec la gaîne atteignant environ le tiers de la gaîne caulinaire.

[1] Je ne mentionne point ici les aspérités qui existent sur la ligne dorsale des dents et qui ont valu à cette plante le nom sous lequel M. Al. Braun l'a distinguée, τραχύς, rude, ὀδούς, dent; parce que, comme on peut le voir p. 27 et 28, ces aspérités se montrent à cette région sur la plupart des espèces et sur toutes celles de ce groupe.

Épi apiculé, ovoïde, long de 7 à 10 millimètres, sessile dans la dernière gaîne, qui est très-dilatée et l'enveloppe presque entièrement. Sept ou huit verticilles de six ou sept clypéoles noirs. Axe creux; cavité très-petite. Sporose s'accomplissant mal ou pas du tout. Spores presque toujours abortives.

Formes anomales. — 3e anom. *Tiges devenant rameuses après mutilation*, comme sur l'*E. hyemale*. Au printemps de 1861, c'est-à-dire après l'inondation de décembre 1860, les sujets rameux et à plusieurs épis se rencontraient fréquemment sur les digues du Rhin, à Strasbourg.

17e anom. *Infécondité des spores* (voir p. 153). « Tandis que les épis de l'*E. hyemale* répandent librement leur graine ou leur pollen, je n'ai dans aucun cas vu ceux de l'*E. Mackaii* en faire autant. Ils paraissent mûrir sans sortir entièrement de la gaîne qui les enveloppe. » (Brichan, *Descr. Eq.*, p. 374).

M. Milde dit « n'avoir jamais vu sur cet Equisetum de spores bien constituées et fécondes. » (*E. litt.*, p. 29; *Gef. Crypt. Schl.*, p. 465, et *Syst. Eq.*, p. 146). J'en ai rencontré plusieurs fois, mais toujours en très-petit nombre, une ou deux sur des milliers de stériles. Ordinairement le sac membraneux de cette plante offre des cellules sans fibres en spirale et renferme des spores irrégulières, de diverses grosseurs, mais toujours plus petites qu'une spore normale (pl. IX, fig. 10, 11). Elles paraissent incolores et se composent d'une membrane extérieure et d'une autre membrane enveloppant une masse intérieure toute remplie de petits grains très-légèrement verdâtres. Quelques-uns, en très-petit nombre, ont presque la grosseur normale et présentent vers leur équateur un commencement de fissure en spirale. Le tout est accompagné d'une matière mucilagineuse, à demi-visqueuse, qui se dissout lentement dans l'eau et pas du tout dans la potasse caustique. L'étude microscopique de ces spores (voir p. 94) permet de reconnaître qu'elles ont été arrêtées vers l'avant-dernière phase de leur évolution.

Habitat. — M. Ed. Newman signale cette plante dans le nord de l'Irlande et en Écosse; M. Milde, en Silésie; M. Döll, dans le grand-duché de Bade. Elle est assez fréquente sur les digues du Rhin en Alsace. M. V. Payot la mentionne au pied du Mont-Blanc, à une altitude de 1200 à 1300 mètres; M. Willkomm, en Espagne. Je ne possède pas assez de données certaines pour essayer de déterminer les limites d'extension de cette plante.

Station. — Sur les bords des rivières et particulièrement sur leurs digues.

Localités françaises. — Sur les digues du Rhin, sur les remblais du chemin de fer près du Rhin, à Strasbourg; très-abondante entre Seltz (Bas-Rhin) et le Rhin; M. Grenier (*Fl. de Fr.*) la mentionne dans l'Ouest, sur l'autorité de M. Boreau, lequel (*Fl. Cent.*, 3e éd., II, p. 747) cite comme localité et sans autre indication: *Vallée de la Loire.* M. Lloyd rapporte, avec doute, à cette plante un Equisetum croissant

dans les lieux sablonneux de Pierre-Percée, dans la vallée de la Loire (*Fl. Ouest*, p. 547).

Époque de la sporose. — Comme celle de l'*E. hyemale*, et même un peu plus tardive. Les sporanges semblent au mois d'août à leur maximum de développement, et ce n'est qu'à cette époque que j'ai trouvé quelques spores bien conformées. Je n'en ai jamais vu une seule dans les épis dont l'hiver avait retardé l'évolution jusqu'au printemps.

Cette plante supporte les froids de l'hiver absolument comme l'*E. hyemale*, bien qu'elle croisse constamment dans des endroits tout à fait découverts. C'est à peine si les plus grands froids d'Alsace (de —20 à —23 degrés) donnent à ses tiges une couleur un peu rougeâtre. Dès les premiers jours du printemps, le développement recommence, et il est alors très-facile de reconnaître à la base de chaque entre-nœud la partie nouvellement formée. Elle est d'un vert clair et tendre, tandis que la partie supérieure est d'un vert très-foncé ou souvent rougie par le froid (voir p. 61).

M. Milde dit qu'en Silésie « cette plante périt tous les ans dès le mois d'octobre, et produit en mai de jeunes pousses qui fructifient encore la même année, en juillet » (*Gef. Crypt. Schl.*, p. 465). Est-ce bien la même plante ?

Observation. — A l'exception de M. V. Payot, qui assigne pour station à cette plante « les lieux stériles et sablonneux très-secs », tous les auteurs mentionnent sa présence sur les bords et particulièrement sur les digues des rivières. Moi-même je n'ai pu la trouver en Alsace que sur les digues du Rhin, ou sur des terrains remués pour l'établissement de ces digues, ou sur les remblais du chemin de fer tout près du Rhin et toujours en des lieux découverts et sur des terrains maigres et caillouteux. Cette double circonstance, à laquelle se joignaient l'imperfection ordinaire des spores et la croissance en touffes assez ordinaire sur les rhizomes coupés, m'a porté plus d'une fois à douter de la valeur de cette plante comme espèce, et à penser que des fragments de rhizomes d'*E. hyemale* coupés et transportés dans les terres du bord des rivières ou avec les matériaux des digues, pourraient bien avoir produit ces nombreuses tiges avec leurs formes grêles et leurs sporanges imparfaits. D'autant que sur ces mêmes digues d'Alsace il est très-rare, pour ne pas dire impossible, de trouver un pied d'*E. hyemale* normal, tandis que dans les bois traversés par les digues, là où le sol, plus riche en humus, n'a pas été remué, on trouve en abondance les belles et fortes tiges de l'*E. hyemale*, et cela à un mètre du talus des digues couvertes d'*E. trachyodon*[1]. Mais, d'une part, les différences indiquées plus haut dans la disposition des cellules à chlorophylle, quelque légères qu'elles soient, et, d'autre part, l'autorité

[1] Cette hypothèse est corroborée par l'observation suivante de M. Birchan : « In no instance have I seen *E. hyemale* « assiociated with either of the other two, although *E. Mackaii* grows in is immediate vicinity » (*Descr. Equis.*, p. 371).

imposante de l'auteur de l'espèce, M. Al. Braun, de MM. Birchan (*Descr. Eq.*, p. 369 à 377) et Ed. Newman (*Brit. ferns*, p. 29), qui la considèrent comme une espèce distincte, de M. Milde qui l'établit comme sous-espèce (*Gef. Crypt. Schl.*, p. 466), de M. Döll, qui en fait une variété (*Fl. Bad.*, p. 69), ne me permettent pas de rester sans quelques scrupules dans mon opinion et de réduire cette plante à n'être qu'une variation de l'*E. hyemale*, variation due à des circonstances locales et qui ne se prolongerait que par la permanence des mêmes circonstances.

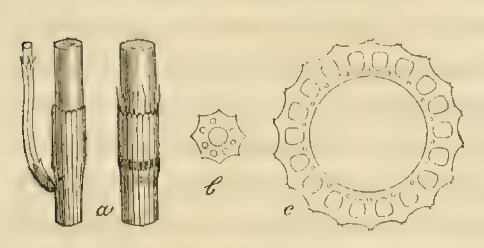
Voici en quels termes M. Al. Braun s'est exprimé sur cette plante, dans la réunion des naturalistes et médecins allemands à Fribourg en Brisgau, le 25 septembre 1838:

« D'un côté, cet Equisetum est très-reconnaissable comme forme particulière par ses gaînes à dents persistantes, étroites et rudes; mais, d'un autre côté, par de nombreux rapports et surtout par la présence de sillons carénaux distincts, il tient tellement le milieu entre l'*E. hyemale* et l'E. *variegatum* qu'on ne peut s'empêcher de reconnaître une liaison plus étroite entre ces espèces, et de les regarder comme des sous-espèces d'une espèce principale. En partant de l'*E. hyemale genuinum*, les *E. trachyodon* et *variegatum* constituent une série de formes, dans laquelle les sillons carénaux se montrent toujours de plus en plus distincts et qui aboutit à l'*E. scirpoides*, l'espèce la plus nettement tranchée, sur laquelle les sillons carénaux sont presque aussi prononcés que les sillons commissuraux de la tige. Dans un sens opposé vient se rattacher à l'*E. hyemale genuinum*, également à titre de sous-espèce, un autre Equisetum très-répandu et trop souvent méconnu, riche en formes diverses et en synonymie, l'*E. ramosum* (*ramosissimum* Desf., *elongatum* Willd., *procerum*, Pollini, *illyricum* Hoppe), sur lequel les sillons carénaux ont complétement disparu. La première série (*E. hyemale genuinum*, *trachyodon*, *variegatum*, *scirpoides*) paraît appartenir davantage au Nord; la seconde (*E. ramosum* et varietates) paraît plus propre au Sud, commençant dans le sud de l'Allemagne et s'étendant à travers tous les pays transalpins de l'Europe, peut-être même à travers toute l'Afrique. Toutes les espèces ou sous-espèces dont nous parlons ici constituent une division propre, celle des *Equiseta hyemalia*, distincte par ses rejetons verts en hiver, ne mûrissant leur fructification que la seconde année, ayant un pédoncule court, un épi acuminé et les stomates rangés en ligne » (*Flora*, 1839, p. 305 et 306).

M. Milde affirme que M. Al. Braun ne regarde plus cette plante que comme une forme de l'*E. hyemale*.... « Selbst von dem Entdecker als Form von *E. hyemale* betrachtet..... » (*Syst. Eq.*, p. 184).

11. Equisetum hyemale L.

Diagnosis princeps. — E. caule nudo scabro basi subramoso L., *Sp. pl.*, Ed. 1ª, p. 1062.



Diagnosis nª. — Spica acuminata, ovoidea, subsessili. Caulibus solitariis aut paucis, erectis, altissimis, rigidis, nudis (mutilati aut vulnerati evadunt parce ramosi), asperrimis. Fistula centrali vasta, 2/3; lacunis exterioribus 18-24 ovato-radiantibus, *c*. Vaginis longis stricte adpressis; divisionibus linearibus, dente membranaceo, sphacelato, subulato, seu persistente, seu caduco et tunc lobo brevi, spisso, gibboso, nigerrimo terminatis, *a*. Rhizomatibus profunde repentibus.

Description. — Les rhizomes s'étendent parallèlement à la surface du sol de 3 à 7 décimètres de profondeur; ils sont très-longs, très-peu ramifiés, et j'en ai obtenu qui dépassaient 4 mètres en longueur et dont je n'avais ni le commencement ni la fin, car ils étaient d'une grosseur uniforme et cassés par moi aux deux bouts. Plus ils sont profonds, plus ils sont gros. Les rhizomes verticaux égalent à peine la grosseur du bas des tiges qu'ils supportent (3 à 4 millimètres). Ils s'élèvent isolés, à des distances très-inégales, quelquefois d'un demi-mètre, souvent beaucoup plus considérables. Leurs entre-nœuds sont d'autant plus courts qu'ils sont plus rapprochés de la surface du sol, où ils n'ont plus guère que 2 à 3 centimètres. Leurs dix à douze faces, à peine distinctes, sont d'un noir mat et couvertes d'un tomentum très-caduc. L'épiderme a été décrit p. 18, 20 et 21 et figuré pl. II, fig. 13, 14, 15, 16. Gaînes relativement peu allongées, 12 centimètres environ; partie vaginante très-courte, d'abord tomenteuse, puis bientôt glabre; dents longues, étroites, très-aiguës, souvent soudées par deux ou par trois; se détruisant assez vite, ainsi que le reste de la gaîne, qui laisse une cicatrice irrégulière. Cavité centrale petite, occupant le quart du diamètre total. Lacunes corticales obovales, très-petites; leur grand diamètre est à peine égal à l'épaisseur des masses cellulaires qui les séparent du pourtour extérieur et du pourtour intérieur, et au rayon de la cavité centrale (pl. V, fig. 19, 20). Leur largeur est à peu près égale à celle de leurs cloisons de séparation. Lacunes essentielles très-prononcées, rondes, très-éloignées de la cavité centrale et tangentes à l'intérieur de la circonférence, à laquelle les grandes lacunes sont extérieurement tangentes. Faisceau fibro-vasculaire très-petit, placé entre les grandes lacunes vers leur partie la plus étroite. Cordons de vaisseaux très-rapprochés et se touchant presque par leur bord extérieur.

Tiges isolées, très-élevées (1 à 1^{m},30), droites, fortes et raides, d'un vert intense, très-raboteuses au toucher, absolument simples et ne produisant quelques rameaux qu'après

mutilation[1]; ce n'est également qu'après mutilation de la tige principale qu'un même nœud du rhizome vertical donne naissance à deux ou trois tiges rapprochées comme celles de l'*E. trachyodon*. Entre-nœuds quinze à dix-huit très-longs, dépassant souvent 1 décimètre vers le milieu de la tige, sur un diamètre de 5 à 6 millimètres, parfaitement droits; dix-huit à vingt-quatre côtes très-marquées, mais peu saillantes, à carène plane et bordée d'aspérités siliceuses transversales; sillons d'une largeur presque triple, peu profonds, ayant de chaque côté une ligne régulière de stomates séparés par des intervalles égaux à leur longueur (pl. V, fig. 4). Ces lignes sont visibles à l'œil nu ou avec un faible grossissement, sous forme de deux lignes de points blanchâtres. Cavité centrale grande, égalant ou dépassant un peu les deux tiers du diamètre total; lacunes corticales arrondies ou obovales, un peu quadrangulaires, rayonnantes, occupant la majeure partie de l'espace dans l'ensemble des tissus; séparées de chaque pourtour extérieur et intérieur et entre elles par des bandes cellulaires égales et très-étroites (pl. VI, fig. 20, 21). Lacunes essentielles très-petites; leur centre est placé sur la circonférence, à laquelle les lacunes corticales sont tangentes extérieurement. Faisceau fibro-vasculaire très-étroit et pénétrant très-avant dans la cloison qui sépare les grandes lacunes. Cordons vasculaires très-apparents, très-rapprochés, presque parallèles, rayonnants. Sur un grand nombre d'individus, la distinction des deux cylindres est marquée par une guirlande de petites cellules, qui passe à égale distance entre les lacunes corticales et la cavité centrale, et pénètre dans les cloisons de séparation en contournant le faisceau fibro-vasculaire; sur d'autres on ne trouve que les traces de cette guirlande qui se confond facilement avec les faisceaux fibro-vasculaires. Les fibres corticales forment sous l'épiderme une ceinture qui n'est interrompue que sous les lignes de stomates; réduites à un ou deux rangs sous les sillons, elles forment sous les côtes un faisceau triangulaire très-étroit, mais très-allongé et qui pénètre entre les cellules corticales presque jusqu'à la rencontre du faisceau fibro-vasculaire. Les cellules à chlorophylle entourent les grandes lacunes d'une bande verte semi-circulaire s'élargissant vers les stomates et les côtes; ce qui leur donne un contour extérieur quadrangulaire, avec des angles arrondis et des faces un peu concaves.

Gaînes longues, étroitement appliquées, paraissant un peu dilatées à leur partie supérieure, parce que les nœuds sont toujours beaucoup plus étroits que le milieu des entre-nœuds. Divisions linéaires tout à fait semblables vers leur base aux côtes qu'elles continuent; puis, sur les deux tiers supérieurs, elles deviennent planes, sépa-

[1] Voy. ci-dessus p. 145, 3e anomalie. A l'état normal, cette espèce est absolument sans rameaux, et c'est encore aller trop loin que de dire avec M. Grenier (*Fl. de Fr.*, III, p. 645): « tiges nues et rarement subrameuses; » avec M. Bernoulli (*Gef. Krypt. Schw.*, p. 75): « caules simplices vel rarius parce ramosi: » et enfin avec M. Milde (*Gef. Crypt. Schl.*, p. 462): « Stengel astlos, selten mit zerstreuten Ästen. » Koch avait fort bien remarqué qu'elle ne devient rameuse qu'après mutilation (*Syn.*, Ed. 3a, p. 725).

rées par un sillon commissural très-étroit et marquées d'un sillon carénal; enfin elles se déchirent en dents très-étroites, subulées, noires, déjà sphacélées dans le bourgeon et très-rapidement caduques, ou persistant quelque temps sous forme de soies noires. Après leur chute, qui arrive tôt ou tard, les divisions sont à leur extrémité arrondies, épaissies et rejetées en dehors, comme charnues et d'un noir brillant; ce qui a fait dire que la gaîne est dépourvue de dents et se termine par de petits lobes arrondis, noirs, épais et charnus, aspect tout à fait particulier à cette espèce (voir p. 58 et 59). Très-souvent les gaînes ont, à leur bord et vers leur milieu, des bandes noires plus ou moins larges; sur les tiges de seconde ou de troisième année il n'est pas rare de les voir d'abord devenir blanches, puis tomber par fragments. Vers le haut de la tige les divisions des gaînes sont moins planes et plus semblables aux côtes qu'elles surmontent. La gaîne qui est immédiatement sous l'épi est dilatée, à demi-membraneuse, et conserve ses dents, même sur les tiges où les dents des autres gaînes sont le plus caduques.

Rameaux nuls, ou paraissant seulement après une mutilation. Leur structure est absolument celle des tiges, sauf les dimensions; huit à dix côtes saillantes. Gaîne basilaire d'un noir brillant; premier entre-nœud excessivement court, se réduisant presque à sa gaîne, et avec elle égalant à peine le tiers de la gaîne caulinaire; ce qui a fait dire à M. Milde que, sur cette espèce, « la base de chaque rameau est entourée par deux petites gaînes basilaires, et non par une seule, comme sur les autres Equisetum » (*Rev. crit.*, p. 111, trad.; *Gef. Crypt. Schl.*, p. 463).

Épi apiculé, ovoïde, de 10 à 12 millimètres de long, strié longitudinalement par l'impression des saillies intérieures de la dernière gaîne, dans laquelle il est presque sessile. « Pédoncule » court et conique; huit à dix verticilles de sept ou huit clypéoles; axe creux; cavité très-petite; sporose s'accomplissant de haut en bas, mais lentement et difficilement; les épis sont alors verdâtres; les clypéoles se séparent très-peu. Spores souvent abortives sur les épis arrêtés par l'hiver dans leur développement; les clypéoles sont alors noirs.

Variations et formes anomales. — Cette espèce est sans contredit la moins variable dans sa forme générale ainsi que dans la forme de ses parties; et elle ne présente que deux anomalies, les plus faibles de toutes.

3[e] anom. *Tiges devenant rameuses après mutilation.* L'examen de très-nombreux individus récoltés aux environs de Strasbourg, où cette plante abonde au point d'y être un objet de commerce, m'a permis de constater que ses tiges ne portent des rameaux latéraux qu'après une mutilation, et ce, en très-petit nombre et seulement aux nœuds les plus rapprochés de la mutilation. Par suite de la parfaite nudité et de la durée des tiges de cette espèce, cette anomalie s'y montre plus saillante que sur les tiges des premiers groupes, lesquelles sont détruites par les gelées d'automne avant que les

bourgeons aient pu se développer à la suite d'une mutilation. Quelquefois des épis déjà formés en automne sont atteints par les froids ou rendus stériles par une autre cause; des rameaux naissent alors au-dessous de la gaîne qui les enveloppe ou de celle qui la précède, et ordinairement ces rameaux sont eux-mêmes spicifères; souvent même ils sont si courts que les épis paraissent sessiles et groupés au-dessous de l'épi principal devenu stérile, comme les épis d'un *Scirpus;* particularité que Vaucher avait déjà signalée et figurée : « Souvent les sommités se terminent par un épi noir et com-« pact, enveloppé dans sa gaîne et entouré d'épis plus courts, qui donnent à la « plante l'apparence d'un Schoin » (*Mon. Prél.*, p. 374, pl. IX, fig. 1). Après l'inondation de décembre 1860, les sujets rameux et portant plusieurs épis étaient très-fréquents dans les bois du bord du Rhin, au printemps de 1861.

17e anom. *Infécondité des spores.* Assez fréquente, quoique affectant rarement tout un épi.

Habitat. — Cette espèce se rencontre dans tout le nord de l'Amérique et de l'Europe, en Laponie, en Russie, en Suède, en Norwége, en Angleterre, en Prusse, dans les Alpes de Suisse et dans une grande partie de la France.

Limites d'extension.

Sud : dép^t^. des Basses-Alpes .	44°	Écart en latitude : 26°
Nord : Laponie	70°	
Occident : Amérique . . .	135° O.	Écart en longitude : 305°
Orient : Kamtschatka . . .	170° E.	

Carré d'expansion, 7930.

Station. — Les bois humides et les marais à fond caillouteux. Sa limite supérieure de végétation paraît être entre 1000 à 1200 mètres dans le Cantal (Lecoq).

Localités françaises. — Bois et prairies marécageuses de la plaine de l'Alsace, des Basses-Alpes de Provence (à Vergons), de la Savoie (à Chambéry) etc.. Elle paraît manquer entièrement dans la basse Provence et dans le Languedoc maritime, et y être remplacée par l'*E. ramosissimum*, lequel est mentionné sous le nom d'*E. hyemale* dans les anciennes flores méridionales. Elle reparaît dans le Lot, le Cantal, le Puy-de-Dôme (Lecoq). Elle est disséminée et rare dans le centre; on l'a rencontrée près d'Autun, dans la Haute-Loire, dans l'Allier, dans la Nièvre, dans le Cher, dans le Loiret etc. (Boreau). M. Cosson la cite aux environs de Paris, Étang-Neuf près Houdan (Dänen) et au bois de Valvin (Woods); Ouest (Boreau).

Époque de la sporose. — Les tiges nouvelles de cette espèce sont les plus tardives de toutes à se montrer. Vers le mois de septembre elles apparaissent sous forme de

bourgeons. De cette époque à la fin du mois de novembre, elles atteignent une longueur de 2 centimètres au plus, et elles restent en cet état au-dessous de la surface du sol jusqu'à la mi-avril; c'est alors seulement et quelquefois plus tard qu'elles sortent de terre. Elles se développent assez rapidement, et depuis les premiers jours d'août jusqu'à l'automne on peut trouver sur ces tiges de l'année des épis bien conformés et même en état de sporose. Mais sur cette espèce, comme sur l'*E. trachyodon*, cet acte n'atteint point tous les verticilles de l'épi avec la simultanéité ou la rapide succession qu'on voit aux autres espèces; l'émission des spores a lieu avec lenteur, d'une manière imparfaite, sur quelques verticilles seulement, ou d'un seul côté; et même il n'est pas rare de trouver des sporanges bien conformés, renfermant des spores tout à fait normales, et qui demeurent cependant sans s'ouvrir et sans répandre leurs spores. Les premiers froids de l'hiver viennent interrompre cette tardive émission, ainsi que l'évolution des épis les plus en retard. C'est là à peu près le seul effet de l'hiver sur cette plante, à laquelle une température de —20 degrés ne paraît pas faire subir de modification appréciable. Les épis dont le froid a arrêté l'évolution deviennent quelquefois mous, flasques et abortifs, mais le plus souvent ils persistent et se développent alors au printemps. Assez constamment, pour ne pas dire toujours, sur ces épis arrêtés par l'hiver, le sac des sporanges est sans fibres spiralées et les spores sont sans matière verte. Contrairement à l'opinion de plusieurs auteurs, et peut-être à la signification de son nom linnéen, cette espèce ne « fructifie » point pendant l'hiver. Ses épis persistent seulement pendant cette saison, et comme alors l'absence de feuilles dans les bois où elle croît, permet de mieux l'y voir et de mieux l'y récolter, là où elle est un objet de commerce, cette circonstance aura sans doute induit en erreur. A Strasbourg, sur d'énormes quantités de fagots que j'ai vu récolter à cette époque, je n'ai jamais pu trouver un seul épi véritablement en état de sporose; il n'y avait que les restes fanés des épis d'automne ou les épis à demi-développés et dont l'évolution était suspendue.

Les différences dans l'époque de croissance et de sporose suffiraient pour distinguer comme espèces les *E. hyemale*, *variegatum* et *ramosissimum*. Ce dernier a ses premières tiges en pleine sporose au mois de mai, alors que celles de l'*E. hyemale* commencent à peine à sortir de terre, pour ne porter épi qu'en été et plus tard. L'*E. variegatum* est toute l'année en état de végétation et de sporose. C'est donc aller trop loin que de dire avec M. Al. Braun : « Le groupe des *Equiseta hyemalia* a pour caractère distinctif des tiges vertes en hiver et qui ne mûrissent leur fructification que la seconde année » (*Flora*, 1839, p. 306).

Observations. — J'ai dit plus haut que les tiges nouvelles se montrent déjà sous forme de bourgeons en septembre, mais qu'elles restent en cet état jusque vers la fin d'avril. Si on les examine pendant ce temps, on remarquera ce qui suit:

1° Ces bourgeons, coupés longitudinalement, offrent déjà à peu près autant de gaînes et de nœuds qu'en auront plus tard les tiges adultes (de treize à dix-sept).

2° Sur cette espèce, comme sur les autres, toutes les gaînes sont, pendant le jeune âge, continues et non lobulées à leur terminaison; la division en lobes n'a lieu que par un déchirement mécanique, résultant de la poussée que font les entre-nœuds supérieurs pour sortir de la gaîne enveloppante des entre-nœuds inférieurs, ainsi que je l'ai décrit précédemment (p. 12 et 58).

3° Enfin ces bourgeons sont enduits d'une substance incolore, d'aspect gélatineux, et assez abondante pour qu'on puisse en détacher des grumeaux de 1 à 2 millimètres de diamètre. Après vingt-quatre heures de séjour dans l'eau, ces grumeaux ne m'ont présenté aucune modification appréciable; ils sont immédiatement solubles par ébullition dans une solution de potasse caustique, et la liqueur, versée dans l'eau ordinaire, précipite en flocons blanchâtres.

L'examen, même le plus superficiel, d'une jeune gaîne d'*E. hyemale* permet de constater que la moitié inférieure est, comme l'entre-nœud qu'elle couronne, épaisse, verte et munie de lignes régulières de stomates. Vers le milieu, les côtes se renflent en un épaississement de couleur brune, d'où résulte un anneau coloré qui divise la gaîne en deux régions. La région inférieure doit persister et constituer la gaîne proprement dite. La région supérieure qui, en se déchirant, doit former les dents, est membraneuse, très-mince dans les sillons, plus épaisse sur les côtes et toujours de couleur brune. Elle est de plus très-étroitement contractée en une pointe pyramidale, anguleuse, exactement semblable (sauf les dimensions) à l'acumen qui termine les épis du groupe des *Hyemalia*, et l'acumen de chaque gaîne pénètre dans la base de celui que forme la gaîne superposée.

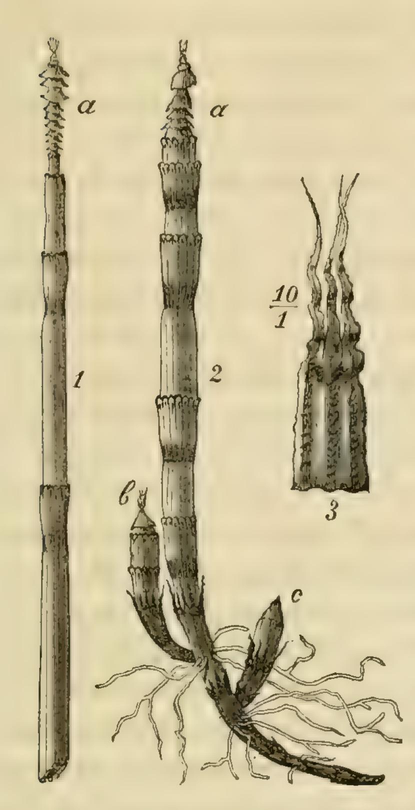
Si l'on suit avec quelque attention l'évolution des tiges, on trouve que, par rapport à cette partie supérieure de la gaîne, il arrive de trois choses l'une:

1° Ou bien elle se déchire, par la poussée des entre-nœuds supérieurs, en lanières ou dents extrêmement délicates, qui persistent en continuation des côtes de la gaîne et au-dessus de leur épaississement brun, se dessèchent très-vite, se crispent et s'enroulent même assez souvent. Or, comme on avait attribué à l'*E. hyemale* le caractère spécifique de gaînes tronquées sans lobes, on fit avec les sujets qui portaient des lobes *paléacés* une espèce ou une variété, sous les noms d'*E. paleaceum* ou d'*E. hyemale* v^as^ *paleaceum*.

2° Ou bien, après le déchirement en dents, ces dernières parties se dessèchent tout de suite, se séparent tout à fait et tombent. On a alors le type le plus ordinaire de l'*E. hyemale*[1].

[1] C'est le type de Linné. Sur l'exemplaire original du *Species plantarum*, conservé à Londres avec l'herbier de

3° Ou bien encore, quand le bourgeon arrive à l'air libre, l'enveloppe conique formée au-dessus de lui par la gaîne la plus inférieure, au lieu de se déchirer, se dessèche et se durcit au moyen de la substance gélatineuse qui l'enduit d'abord. Alors la partie supérieure des gaînes qui sont incluses sous cette enveloppe résistante, se courbe en plis onduleux, jusqu'à ce que la moitié supérieure de la gaîne qui recouvre le bourgeon se détache et se soulève tout entière en cédant à la poussée des entre-nœuds supérieurs (fig. 2, *b*). Et comme le même fait se renouvelle pour la partie supérieure des autres gaînes, chaque demi-gaîne détachée forme alors une petite coiffe conique qui recouvre la gaîne immédiatement infraposée, et l'ensemble de ces demi-gaînes successivement soulevées forme au sommet de la tige une colonne en forme de tour chinoise et d'une charmante élégance (fig. 1, 2, *a*). La coiffe la plus élevée a appartenu à la gaîne la plus inférieure; et ainsi ces coiffes ou demi-gaînes sont dans un ordre de superposition exactement inverse de celui des entre-nœuds, et le plus souvent en même nombre que ces derniers.



En 1842, M. Birchan a mentionné, sans l'expliquer, ce singulier mode de terminaison de quelques tiges. Je crois devoir donner la traduction du passage entier: « Au sommet de quelques tiges de l'*E. hyemale* j'observai une pile de gaînes (*a pile of sheaths*) petites, d'un brun foncé, membraneuses, élastiques, coniques, renversées, de la même substance que les dents de la gaîne qui enveloppe l'épi, augmentant de largeur en remontant et s'enveloppant si étroitement les unes les autres qu'on ne voit que le bord de chacune, à l'exception de la plus haute et la plus large qui donne au sommet de la pile une forme conique. Bien qu'ayant à peine un pouce de long, cette pile ressemble à un avortement de la plante en sens inverse. La gaîne qui en constitue l'extrémité inférieure est d'abord placée sur la plus haute gaîne et recouverte de plusieurs petites gaînes d'une texture semblable à la sienne, placées les unes dans les autres. Elle est ensuite tout à fait poussée en avant peu à peu, et elle se détache en

l'auteur, on lit sur le feuillet intercalé en regard de la p. 1517, vis-à-vis du n° 6 *E. hyemale*, les mots suivants de la main de Linné : *Caulis viridis scaber radens vaginæ pallidæ basi marginisque denticulis obsoletis atris gibbis.* On lit aussi dans le *Mantissa*, II, p. 504 : *Caulis viridis, scaber, radens. Vaginæ articulorum pallidæ, basi margineque atris, denticulis obsoletis.*

laissant un *apex* flexueux, assez semblable à celui de l'épi, dont, j'en ai la conviction, elle précède la formation. En disséquant le sommet de plusieurs tiges, desquelles la pile des cônes semblait n'être tombée que récemment, j'ai trouvé le germe de l'épi complétement enfermé dans sa gaîne, dont les dents, non encore séparées, forment par leur réunion l'*apex* qui paraît lorsque la pile tombe de dessus. Une dissection, toutefois, faite lorsque les cônes sont présents, semble souvent découvrir un germe *abortif (an abortive germ)*. Le nombre des gaînes ainsi renversées sur une de ces piles est environ de douze. Quelle en est la fonction particulière? je ne puis le conjecturer» (*The phytologist*, Lond. 1842, 2e part., p. 369; se trouve également dans E. Newman, *Brit. ferns*, 1844, p. 23).

De ce qui précède, il me semble qu'on peut tirer les conclusions suivantes:

1° Les «piles de gaînes» n'ont point de fonction particulière; elles ne sont que l'accumulation des régions supérieures de gaînes, séparées du reste sans s'être divisées en dents.

2° La présence de dents persistantes sur les gaînes de l'*E. hyemale* n'est point suffisante pour constituer une espèce, non plus que pour établir une variété ou même une simple variation, puisqu'on trouve, sur une même tige ou sur les tiges d'un même rhizome, des gaînes munies ou privées de cet appendice qui existe toujours dans le jeune âge.

L'emploi de ce caractère pour établir son *E. paleaceum* induisit plus tard en erreur Schleicher lui-même, et, d'après M. Bernoulli, il confondit dans ses *exsiccata* cette variété avec l'*E. ramosissimum*, «et il finit même par ne plus distinguer son *E. paleaceum*. Dans son herbier il le mêla avec l'*E. hyemale*, et ce qu'il envoya à Vaucher sous ce nom est de l'*E. ramosum* devenu très-rameux par suite de la mutilation de la partie supérieure de la tige» (*Gef. Krypt. Schw.*, p. 76, note).

M. Pokorny a donc eu raison de n'accorder qu'une importance secondaire «aux caractères tirés de la persistance ou de la caducité des extrémités foliaires (dents) de la gaîne,» mais il me semble qu'il leur attribue trop de valeur encore en s'en servant pour établir sa ve *β paleaceum* (*Eq. arv. et hyem.*, p. 137).

CHAPITRE IV

Historique et synonymie

§ 1er. *Genre*

Essayer de déterminer avec quelque certitude à quelles plantes répondent les noms, les phrases ou les descriptions des anciens auteurs serait un travail long et difficile, peut-être même impossible et dans tous les cas inutile. Avant la nomenclature

moderne, les botanistes ont le plus souvent sous une même dénomination confondu ou réuni des espèces distinctes, comme sous un même nom ils réunissaient, en les confondant, des genres différents. Dans le *Critica botanica*, à l'appui des raisons qu'il avance pour la justification et l'explication de l'aphorisme 214 du *Fundamenta botanica:* «Quæcumque plantæ genere differunt, diverso nomine generico designandæ «sunt,» Linné cite précisément, comme exemple, le nom générique EQUISETUM. «Si «quis diceret se observasse singularem *Equiseti* speciem foliis circa caulem positis, «bifurcatis, levissimis spinis obsitis, ego mox revocarem in memoriam species «*Equiseti* secundum genus 777[1], nec somniarem de *Charæ* alicujus specie 801.

«Veterum

«Equisetum palustre = Equisetum.

« » fœtidum = Chara.

« » polyspermum = Hippuris.»

Il aurait pu ajouter:

Equisetum palustre etc. = Elatine;

» sub aqua etc. = Ceratophyllum;

» montanum etc. = Ephedra[2].

G. Bauhin essaya le premier de mettre quelque ordre dans ces dénominations diverses; en 1623 dans son *Pinax*, p. 15 et 16, et plus tard en 1658 dans son *Theatrum botanicum*, p. 239-254, il rangea les plantes appelées *Equisetum* sous treize numéros. Mais comme son nº I répond à l'*Elatine Alsinastrum L.*, son nº IV à l'*Hippuris vulgaris L.*, et son nº XIII au genre *Chara*, il reste dix numéros que l'on peut rapporter, mais non sans beaucoup de doutes, à nos espèces européennes. Ses types sont à peine caractérisés, et «les restes de l'herbier de ce grand homme sont extrê«mement défectueux à cet égard» (*Mon. Prêl.*, p. 330). Cinquante ans plus tard, Tournefort, en ses *Institutiones* (1700), établit le genre *Equisetum* «ex lege artis» (Linn., *Phil. bot.*, p. 139 et 144), et Dillenius en sépara nettement les *Chara* (Dillen., *Nov. plant. gen.*, p. 88, et *Dissert. epist.*, p. 58).

§ 2. *Espèces*

Dans les deux éditions du *Species plantarum*, Linné décrit six espèces européennes, savoir:

[1] Ce numéro et le suivant sont ceux des genres *Equisetum* et *Chara* dans la 1re édition (1737) du *Genera plantarum*.

[2] Equisetum palustre, linariæ scopariæ folio C. Bauh., *Pin.* 15 = Elatine Alsinastrum L. *Sp., pl.*, Ed. 2a, 527.
Equisetum sub aqua repens, foliis bifurcis Lœs., *Pruss.*, 67, t. 12 = Ceratophyllum demersum L., *Sp. pl.*, Ed. 2a, 1409.
Equisetum montanum creticum Alp., *De pl. exot.*, 141 = Ephedra fragilis Desf., *Fl. atlant.*, II, p. 372.

1. E. sylvaticum,
2. E. arvense,
3. E. palustre,
4. E. fluviatile,
5. E. limosum,
6. E. hyemale.

Lesquelles se réduisent en réalité à cinq, comme nous le verrons ci-après, par l'identité des *E. fluviatile* et *limosum*[1].

L'extrême concision à laquelle aspirait constamment ce grand naturaliste, a jeté trop souvent de l'obscurité dans ses phrases descriptives, et nulle part peut-être ce défaut n'est plus sensible que dans celles des espèces de ce genre. J'ai cru devoir dans la synonymie citer *in extenso* le texte de la deuxième édition (2e vol., 1763), afin que l'on puisse mieux voir à quels types antérieurs Linné fait allusion, quelles figures il cite, et combien avec ce texte évidemment insuffisant, j'oserais presque dire négligé[2], il a dû être difficile de distinguer nettement à quels types il fallait rapporter les noms linnéens. Aussi y a-t-il eu de nombreuses indécisions, de longues et peu profitables discussions.

Pour essayer d'arriver à quelque certitude sur la distinction des types linnéens, plusieurs auteurs ont regardé comme indispensable de recourir à l'herbier de Linné et de combler par l'étude des spécimens les lacunes que laissait un texte insuffisant. Je crois à propos de reproduire ici, en le traduisant, le travail que M. Ed. Newman a publié sur ce sujet d'abord dans *The phytologist*, Lond., avril 1843, p. 530 et suiv., et plus tard à la fin de son beau volume *British ferns*, p. 412 et suiv. (1844).

« On sait, je crois, assez généralement que l'herbier de Linné fut acheté par J. E. Smith, et plus tard par la *Société linnéenne* de Londres[3], dont il est demeuré la propriété. Les spécimens sont fixés sur une demi-feuille de papier ministre; les noms sont de Linné lui-même et écrits de sa main; on y trouve aussi les remarques que J. E. Smith a mises partout où il lui a paru nécessaire ou avantageux d'ajouter une note explicative. Quelques étiquettes, avec des notes manuscrites, y sont aussi collées, mais je ne sais

[1] Le *Flora lapponica* fut publié en 1737, c'est-à-dire seize ans avant l'impression du *Species plantarum*, dans lequel Linné fit l'application de ses *nomina specifica trivialia* ou de sa nomenclature binaire. Or, dans le *Flora lapponica*, les espèces sus-mentionnées (moins l'*E. limosum* qui n'y figure pas) ont déjà les noms linnéens du nouveau système. Le genre *Equisetum* est le seul du même ouvrage auquel soit appliquée cette nomenclature, et comme au § 214 de son *Critica botanica*, publié également en 1737, Linné cite ce même genre *Equisetum* comme exemple de nomenclature confuse, il y a là un rapprochement curieux, et il est permis de se demander si ce n'est pas sur ce genre que Linné a fait le premier essai de sa nomenclature.

[2] « Linné lui-même les énumère avec une grande négligence » (*Mon. Prél.*, p. 330).

[3] En mars 1829, pour le prix de 3000 guinées (78,000 fr. environ).

On trouvera sur l'herbier de Linné des détails intéressants dans: Fée, *Vie de Linné*, p. 319 à 326; H. E. Richter, *Cod. bot. linn.*, p. XXVI et XXVII, et surtout Lasségue, *Mus. bot. de J. B. Delessert*, p. 349 et suiv.

pas avec certitude qui en est l'auteur. Les Equisetum sont renfermées dans un fascicule de neuf feuilles portant sur le dos : *1169. Equisetum*, de la main de Linné [1].

« Dans le même local sont conservés les exemplaires de la 1re et de la 2e édition du *Species plantarum* ayant appartenu à l'auteur. Sur le premier, toutes les espèces possédées par l'auteur sont désignées par une marque particulière, et le deuxième est enrichi de notes originales inédites. Je vais maintenant essayer de réunir les renseignements puisés à chacune de ces sources, en ne citant les caractères *déjà publiés* que lorsqu'il y aura nécessité et en ajoutant mes propres remarques sur chaque spécimen.

FOLIO 1.

« *Linné*. — 1. sylvaticum.

« E. N. — Un seul échantillon jeune de l'E. sylvaticum de Smith, avec un épi parfait.

FOLIO 2, attaché par Linné avec le précédent.

« E. N. — Deux échantillons mûrs de l'E. sylvaticum de Smith, sans fructification.

FOLIO 3.

« *Linné*. — 2. arvense.

« *Anonym*. — 1061. Equisetum setis ramosis. Equisetum verticillis ad folia numerosis. Hall. *Stirp. Helv.*, 144. Equisetum sylvaticum tab., p. 253 [2].

« E. N. — Deux échantillons; celui de droite est un échantillon fertile de l'E. arvense de Smith, avec un épi parfait ; celui de gauche un échantillon mûr de l'E. sylvaticum de Smith, sans fructification.

FOLIO 4, attaché par Linné avec le précédent.

« *Linné*. — Hispania, 713. Lœft. [3].

« E. N. — Trois échantillons sans fructification, tous provenant de sujets étiolés et altérés; ils appartiennent probablement à l'E. arvense de Smith. La note de Linné est au revers de la feuille.

FOLIO 5.

« *Linné*. — 3. palustre.

« *Smith*. — ?

« *Anonym*. — 1060. Equisetum setis simplicibus. Equisetum minus terrestre. J. B. M., p. 730.

« E. N. — Deux échantillons sans fructification et récoltés en très-mauvais état; celui de droite me paraît être l'E. arvense de Smith, celui de gauche est peut-être l'E. palustre de Smith.

FOLIO 6.

« *Linné*. — 4. fluviatile.

« *Smith*. — limosum? certe.

« E. N. — Quatre échantillons, tous avec des épis, et identiques à l'E. limosum de Smith. Il n'y a point d'échantillon destiné à représenter l'E. limosum de Linné, et l'exemplaire du *Spec. plant.*, 1re éd., n'indique point que Linné l'ait possédé. L'exemplaire de la deuxième édition porte, sur le feuillet blanc intercalé, vis-à-vis le passage de Haller cité (p. 1517, lig. 3) dans la description de l'E. fluviatile, la

[1] Ce no 1169 est celui du *Syst. nat.*, Ed. 12a; du *Gen. plant.*, Ed. 6a et 7a ; du *Syst. veget.*, Ed. 13a, 14a, 15a.

[2] Citation fautive de Tabernæmontanus, ic. 253.

[3] Ne faut-il pas lire 1753, Lœfl. ; comme indication de l'année où l'infortuné Lœfling avait recueilli ces échantillons en Espagne (voir Lœfl., *It. hisp.*, p. 65 et 288)?

note manuscrite suivante de la main de Linné : « hoc caules proliferos a sterilibus definiter profert « Hall[1], » et plus bas cette autre : « forte mera varietas prioris (E. palustre) ex solo aquæ profundioris. » Et vis-à-vis la description de l'E. limosum le même exemplaire offre cette addition : « Hallerus hanc « facit varietatem E. palustris. »

« Il est clair que, pour la distinction de son E. limosum, Linné se fie à l'autorité de Ray, puisqu'il cite la figure que donne cet auteur (*Syn.*, t. V, fig. 2, *a*, *b*), laquelle représente évidemment la forme sans branches de l'E. limosum de Smith. Il semble dès lors que l'E. fluviatile de Linné est la forme rameuse et son E. limosum la forme non rameuse de l'E. limosum de Smith, et que l'E. fluviatile de Smith (E. maximum Lam.) n'a de représentant ni dans l'herbier ni dans les ouvrages de Linné. Quant à l'observation précitée de Linné, suivant laquelle Haller ferait de l'E. limosum une variété de l'E. palustre, elle manque de justesse. Haller cite la fig. 3 de Ray comme variété de l'E. palustre, et, selon moi, avec raison; tandis que Linné cite la fig. 2 qui est évidemment l'E. limosum de Smith. Une preuve positive que l'E. fluviatile de Linné n'était pas l'E. fluviatile de Smith se trouve dans ce fait que Linné a essayé de rendre compte de sa grande taille comme d'une altération due à sa croissance sur le fond d'une eau profonde; ce qui est bien le cas pour l'E. limosum de Smith, mais jamais par l'E. fluviatile du même, qui au contraire croît de préférence dans des lieux découverts graveleux et sablonneux.

FOLIO 7.

« *Linné.* — Œdific[2] : hyemale.

« E. N. — Un simple échantillon de l'E. hyemale.

« Sur le feuillet intercalé dans l'exemplaire du *Sp. plant.*, on lit vis-à-vis de cette espèce ces mots de la main de Linné : « Equisetum caule simplici aspero vaginis non laciniatis. Hall. Helv., 143. Caulis « viridis scaber, radiis (?) vaginæ pallidæ basi marginisque denticulis obsoletis atris gibbis[3]. »

FOLIO 8.

« *Linné.* — Tourelle.

« *Smith.* — Asperrimum, Dick., variegatum, Jacq. H. B. — J. E. S.

« *Anonym.* — Equisetum basiliense n° 1678, Haller. An species distincta apud cl. Linn.? In horto cultum.

« E. N. — Un simple échantillon de l'E. variegatum. Linné a répondu à la question touchant la distinction de l'espèce en donnant comme synonyme à son E. hyemale la phrase de Bauhin : Eq. nudum minus variegatum basiliense Pin. Le nom de Tourelle écrit par Linné indique probablement l'habitat.

FOLIO 9, attaché par Linné avec le précédent.

« *Linné.* — Suec.

« E. N. — Un simple échantillon de l'E. variegatum, beaucoup plus grêle que le précédent. La note manuscrite de Linné indique évidemment qu'il provient de la Suède. »

Dans les *Acta acad. scient.* de Stockholm, 1849 et 1851, M. Ch. Hartman a

[1] Le texte de Haller est : « Caulis floriger videtur a folioso remotus » (*Enum. stirp. Helv.*, p. 144).

[2] Il est probable qu'il faut lire *artific.* dans cette abbréviation de Linné. Cette plante est en effet citée sous le n° 838 dans le *Flora œconomica*, comme servant à l'industrie (*Amœn. Acad.*, I, p. 385).

[3] Le vrai texte est : « Caulis viridis, scaber, radens. Vaginæ pallidæ, basi margineque atris, denticulis obsoletis « atris gibbis. » Il se trouve reproduit avec correction dans le *Mantis.* II, p. 504.

publié: *Annotationes de plantis Scandinavicis herbarii Linnæani, in Musæo societ. linneanæ Londin. asservati*, et dans ce nouvel examen de l'herbier de Linné on lit (p. 260 et 261 du tirage à part) les observations suivantes sur les Equisetum:

« EQUISETUM

« *sylvaticum* 1 (man. prop. Linnæi).
« *arvense* 2 (man. prop.) (Smith addidit:)?
« *palustre* 3 (man. prop.) (manu Smith)?
« Est *Equisetum pratense* recentiorum.
« *hyemale* (man. prop.) atque prope specimen: *artific.* (?)
« (Sine nomine, man. prop. tantum) 6 (et) suec.
« Est *E. scirpoides* auct. »

On voit par ce qui précède combien l'herbier de Linné était un guide peu sûr pour arriver à la fixation certaine de ses types spécifiques [1].

Les descriptions de Haller précédèrent et suivirent celles de Linné; elles sont vraiment plus satisfaisantes. Leers, Pollich, Roth donnèrent des détails plus exacts encore, et qui concoururent puissamment à la distinction des espèces.

Jusqu'à la *Monographie des Prêles* par Vaucher (1822) il n'y eut aucune classification entre les espèces; on les mettait les unes après les autres, sans l'énoncé du principe de distinction et de coordination. Vaucher, comme tant d'autres après lui, s'inspirant des divisions établies par De Lamarck et par De Candolle dans les « méthodes analytiques » qui précèdent leurs *Flores françaises*, coordonna les caractères distinctifs qu'il employa, et classa les espèces françaises qu'il décrivit dans l'ordre suivant:

« TABLEAU SYNOPTIQUE ET ANALYTIQUE DES ESPÈCES

				Pages.
I. Prêles pourvues d'une hampe	parfaite	de 9 à 12 dents:	E. arvense	361
		de 25 à 30 dents:	E. fluviatile (max.)	363
	imparfaite	rameaux subdivisés:	E. sylvaticum	365
		» à peu près simples:	E. umbrosum	366
II. Prêles privées de hampe	Tiges à rameaux nombreux et verticillés	Tiges anguleuses de 6 à 10 dents:	E. palustre	367
		Tiges cylindriques à plus de 10 dents:	E. limosum	372
	Tiges à rameaux rares. . . .	plus de 10 dents:	E. hyemale	374
		moins de 10 dents:	E. multiforme	379 »

(Extrait de la *Mon. Prêl.*, p. 359).

[1] HERBARIUM LINNÆANUM *sæpe fallax*, patris senescentis filiique Linnæi dubiis per quindecim et quod excurrit annos ab culmine Linnæano obnoxium, sæpe *specierum originalia* non continet,... : eorumque loco sæpius forsitan fovet *serius missa ab aliis exemplaria*, *male determinata* et raptim a Linnæis ineptiore loco seposita, — vel *prorsus caret* plantis vulgaribus, quas ob id ipsum forsan nondum collegerat et exsiccaverat herbarii possessor .... (H. E. Richter, *Cod. bot. linnæanus*, p. XXVI).

Si l'on remarque que cet auteur comprend l'*E. variegatum* dans les variétés de son *E. multiforme*, on voit qu'il ne manque à sa liste que l'*E. littorale* Kühlewein et l'*E. trachyodon* Al. Braun.

Comme l'indique ce tableau, et comme l'auteur l'explique longuement p. 353 et suiv., le caractère qu'il place au premier rang est l'existence « d'une hampe et d'une « tige stérile séparées; le second est le nombre des dents de la gaîne. Le troisième « caractère est celui de la tige qui est tantôt cylindrique, tantôt plus ou moins angu- « leuse, tantôt lisse et unie, tantôt rude et raboteuse.

« Le quatrième est celui de la régularité des rameaux.....

« Le dernier caractère est celui des *glandes corticales* (stomates)[1]; et indépendam- « ment de ces caractères principaux il en est d'autres accessoires qu'on ne doit pas « entièrement négliger. Tel est celui des tubes intérieurs, qui varient pour le nombre « des rangs et pour la forme; tel est le caractère des rameaux qui sont cylindriques « ou anguleux; tel est celui de la consistance de la tige, et tels sont enfin ceux du port, « de la hauteur, du diamètre des tiges et de leur durée.

« Par rapport au nombre des rameaux, à la forme des dents, aux appendices « transparents qui les terminent, à l'amplitude des collerettes (gaînes), aux couleurs « dont elles sont teintes, et autres caractères qu'ont souvent employés les botanistes, « il faut s'en défier beaucoup, parce qu'ils dépendent, en grande partie, de la saison « de l'année où l'on observe la plante, du terrein sur lequel elle a crû, de la quantité « d'épis dont elle est chargée et d'autres circonstances faciles à apprécier. »

En 1828, Bischoff (*Krypt. Gew.*, p. 56) reprit la première grande division de Vaucher, en substituant de grands mots grecs, *Scapocarpi*, *Caulocarpi*, aux simples phrases françaises du botaniste de Genève.

Dix ans plus tard, dans la réunion des naturalistes et docteurs médecins qui eut lieu à Fribourg en Brisgau (1838), M. Al. Braun donna la division suivante des espèces européennes:

I. EQUISETA HETEROPHYADICA, surculis dimorphis, fertilibus praecocioribus, sterilibus frondescentibus, serotinis.

  A. *Ametabola*, surculis fertilibus non frondescentibus, cito pereuntibus (*E. vernalia*).

    1. E. arvense.

    2. E. eburneum.

  B. *Metabola*, surculis fertilibus ramulos serotinos frondosos proferentibus persistentibus (*E. subvernalia*).

[1] « Les espèces diffèrent beaucoup entre elles par le nombre et la disposition de ces mêmes glandes. Les unes, comme « la Prêle des bois, des ombrages et celle des fleuves en sont presque dépourvues. Les autres, comme celle des marais, « en sont plus abondamment fournies; dans certaines espèces, elles sont *éparses;* dans d'autres elles sont *arrangées* « *dans un ordre régulier* » (p. 344).

3. E. sylvaticum.
4. E. umbrosum.

II. E. HOMOPHYADICA, surculis uniformibus, frondescentibus, sterilibus fertilibusque similibus, aut coætaneis, aut omnibus fertilibus.

A. Surculis annuis, hieme pereuntibus (*E. æstivalia*).

5. E. limosum.
6. E. palustre.

B. Surculis hiemem perdurantibus, sempervirentibus (*E. hiemalia*).

7. E. hiemale, cujus subspecies:
1. E. ramosum.
2. E. hiemale (genuinum).
3. E. trachyodon.
4. E. variegatum.
8. E. scirpoides» (*Flora*, 22e année, 1839, nº 20, p. 307).

Le plus simple coup d'œil permet de voir que la division donnée par M. Al. Braun est encore identiquement celle de Vaucher.

En 1843 le même botaniste publia dans le *Silliman's American Journal of science and arts* (numéros d'octobre et de décembre) un nouveau principe de division tiré de la disposition des stomates sur les tiges, où ils sont : soit *épars* (Vaucher) SPEIROPORA (Al. Braun), soit *arrangés dans un ordre régulier* (Vaucher) STICHOPORA (Al. Braun). Comme on le voit encore, c'était l'application d'un principe de division déjà soigneusement indiqué et *figuré* par l'auteur de la *Monographie des Prêles*, p. 343, 344, 355, pl. I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XI, XII et XIII (voir la note de la page précédente et les p. 34 et 35).

Ces divisions, au moins dans leurs principaux groupes, ont été reproduites par les auteurs modernes, MM. Koch, Grenier et Godron, Bernoulli et Döll, par ces deux derniers avec quelques critiques (Bern., *Gef. Krypt. Schw.*, p. 65); M. Döll (*Fl. Bad.*, I, p. 56 et 65) substitue même à la dénomination des deux grandes divisions *speiropora* et *stichopora*, les noms de *malacocaulon* et *sclerocaulon*, tirés de la rudesse et de la dureté des tiges ou de leur mollesse et du poli de leur surface. M. Milde fait observer avec raison que ces noms et ces caractères sont faits pour induire en erreur, «attendu que les tiges stériles des *E. sylvaticum* et *pratense* et les rameaux de l'*E. Telmateia* ont des aspérités siliceuses qui en rendent la surface très-rude, bien que ces espèces appartiennent à la section *Malacocaulon*» (*Syst. Eq.*, p. 140). On pourrait ajouter que c'est également à tort que M. Döll, dans sa division, attribue à l'*E. ramosissimum* des tiges «*annua* et non perennantia» (*Fl. Bad.*, I, p. 65 et 67).

MM. Grenier et Bernoulli, à l'exemple de De Candolle (*Fl. fr.*, suppl., p. 245), ont tiré de la terminaison de l'épi, obtuse ou acuminée, un caractère de division facile, mais qui à lui seul n'est pas suffisant.

En 1858, je lus à la Société botanique de France, dans sa réunion à Strasbourg, une *Note sur les Equisetum de France*, dans laquelle je proposais d'ajouter aux caractères déjà adoptés pour la distinction des espèces : 1° la relation de longueur entre les gaînes de la tige et le premier entre-nœud des rameaux adjacents ; 2° la coupe transversale des rameaux ; 3° la coupe transversale des tiges. Les deux premiers étaient nouveaux ; le dernier, déjà proposé, mais non appliqué par Vaucher, avait été appliqué partiellement par quelques auteurs modernes. Ils ont été employés depuis par M. Cosson (*Fl. env. Paris*, 2e éd., p. 876 et suiv.) et par M. Milde (*Syst. Eq.*, p. 141 et suiv.).

Mais en même temps M. Milde, repoussant par les raisons exposées ci-dessus les grandes divisions et les noms de MM. Al. Braun et Döll, et s'appuyant, comme il le dit, sur la différence constatée par M. C. Sanio entre les stomates des premiers groupes et ceux des *Hyemalia*, établit deux grands groupes : 1° Phaneropora, espèces dont les stomates sont de niveau avec l'épiderme ; 2° Cryptopora, espèces dont les stomates sont cachés au-dessous de l'épiderme et au fond d'une cavité transversale à bords irréguliers. Pour le premier groupe il reprend ensuite la division de M. Al. Braun en *heterophyadica* et *homophyadica*, et les *heterophyadica* se subdivisent en *anomopora* et *stichopora* (*Syst. Eq.*, p. 138 et suiv.).

J'ai consacré le chap. II de cette partie à l'exposition des principes que j'ai suivis dans la distinction et la classification de nos espèces.

Des onze Equisetum signalés comme croissant en France, six sont très-répandus et ont été dès lors très-anciennement connus et distingués, savoir : *E. maximum* Lam., *sylvaticum* L., *arvense* L., *limosum* L., *palustre* L., *hyemale* L. La distinction des autres est plus récente, comme nous le verrons dans l'histoire et la synonymie qui suivent.

1. E. maximum Lam.

Cette belle espèce a été très-anciennement distinguée, et il est facile de la reconnaître dans les descriptions de J. Bauhin et dans celles de Haller. Il l'est moins de se fixer sur le nom qu'elle doit porter.

Elle reçoit le plus souvent le nom d'*E. Telmateia* Ehrh. ; je dis le plus souvent, car on trouve encore dans des ouvrages très-récents celui d'*E. fluviatile* L. à elle donné, soit directement, soit en synonyme. En même temps, d'autres auteurs excluent absolument de la synonymie de cette plante l'*E. fluviatile* L., et appliquent ce nom, les uns à une espèce distincte, les autres à l'*E. limosum* directement ou par synonymie.

J'examinerai successivement l'opinion des auteurs qui voient dans notre espèce l'*E. fluviatile* L., et les raisons de ceux qui prétendent que ce nom ne doit point lui être appliqué.

Quant aux premiers, faisons d'abord remarquer que, si le nom *E. fluviatile* L. appartient à cette espèce, comme il est le plus ancien, il y aurait justice à l'y appliquer, non en seconde place et en synonyme, mais directement et comme nom *princeps.* Ceci me semble trop évident et trop juste pour insister. Ce qui a porté ces auteurs à croire que le nom linnéen *E. fluviatile* convenait à la plante nommée plus tard *E. Telmateia* par Ehrhart, a été d'abord la présomption que Linné ne pouvait pas ne pas avoir connu et mentionné cette espèce si répandue, si caractérisée, la plus grande et la plus belle des Equisetum européens. Ils ont ensuite été induits en erreur en trouvant que dans le *Flora suecica*, le *Flora lapponica* et le *Species plantarum*, Linné cite en synonymie la phrase de G. Bauhin : *E. palustre longioribus setis*, et celle de Haller: *E. caule non sulcato latissimo, verticillis densissimis*, qui toutes deux se doivent rapporter à notre plante. Bien plus, dans son *Mantissa II*ᵃ, p. 504, après la description de l'*E. fluviatile*, Linné a ajouté la citation suivante : «*Caules floriferi a* «*sterilibus distincti*, *ut E. arvensis.* Haller.» Et, comme il est de toute évidence que cette citation et la synonymie qui la précède s'appliquent à notre espèce, les anciens botanistes, Leers (*Fl. herb.*, p. 223) et Smith (*Fl. brit.*, p. 1104), ont été jusqu'à un certain point autorisés à voir dans l'*E. fluviatile* de Linné la plante de G. Bauhin, celle de Haller, une espèce à tiges spicifères distinctes des tiges stériles, en un mot l'*E. Telmateia* d'Ehrhart. Vaucher, ayant donné à notre espèce le nom d'*E. fluviatile*, qu'il croyait être le nom linnéen, en justifie l'application par ces termes singuliers: « Linné a décrit la Prêle des limons (*E. limosum*) sous le nom de *Fluviatile*, et elle « existe sous cette dénomination dans son herbier avec la phrase suivante: *Equisetum* « *caule striato*, *frondibus subsimplicibus*, *Sp. pl.*, 1517, *Fl. lapp.*, 393. La *Telmateya* « est dans une autre feuille, sous le nom de *Fluviatile*, provenant de l'herbier de « Miller. Ces détails m'ont été fournis par M. De Candolle» (*Mon. Prêl.*, p. 373). Je reviendrai tout à l'heure sur ce point.

Voici maintenant quelques-unes des raisons qui ont fait penser à d'autres auteurs que l'*Equisetum* 836 du *Flora suecica*, *E. fluviatile* du *Flora lapponica* et du *Species plantarum*, n'a rien de commun avec la plante de Haller, et que, si Linné a emprunté la synonymie de ce botaniste, c'est parce qu'il n'avait pas vu l'espèce décrite par lui.

L'*E. Telmateia* Ehrh. ne croît ni en Suède ni en Laponie, ainsi que l'attestent J. E. Wickström (*Ann. de l'Acad. suéd.*, 1837-1844, p. 177), Wahlenberg (*Fl. suecica*, p. 689 : «Nostra planta (*E. limosum*) differt ab *E. Telmateia* Ehrh. in Suecia «non observato),» et M. E. Fries (*Sum. veg.*, p. 59). Or, dans le *Fl. lapponica*, Linné indique son *E. fluviatile* «ad ripas lacuum et fluviorum passim copiosissime;» il le cite comme pouvant fournir aux rennes, qui le mangent avec avidité, la nourriture d'hiver, si difficile à se procurer (p. 310); dans le *Fl. suecica* il mentionne l'usage que les Suédois en font pour la nourriture des vaches, il donne *huit* des noms popu-

laires qu'il a reçus en Suède et dans le Nord (p. 368), en un mot Linné parle de son *E. fluviatile* comme d'une plante répandue en Suède, vue et possédée par lui. Mais l'examen de son herbier, fait par M. E. Newman et par M. Ch. Hartman, démontre, ainsi que nous l'avons rapporté p. 229 et 231, que les quatre spécimens qui figurent dans la feuille 6 pour représenter l'*E. fluviatile*, appartiennent tous les quatre à la forme rameuse de l'*E. limosum* et que l'*E. Telmateia* n'a aucun représentant dans l'herbier de Linné.

Si Linné, dans son *Mantissa II*[a], et dans les notes de son herbier, attribue à son *E. fluviatile*, sur l'autorité de Haller, des tiges florifères distinctes des tiges fertiles, d'autre part, dans la deuxième édition de son *Flora suecica*, c'est-à-dire dans un ouvrage où il consigne ses propres observations, il ajoute à la description de l'*E. limosum :* « præcedenti (*E. fluviatili*) nimis affinis et interdum frondes parciores « assumens » (p. 368). Ajoutons que dans son *Fl. lapponica*, p. 310, Linné rapporte à son *E. fluviatile* l'*E. nudum* Lind. *Wiksb.*, 11. Or, si l'*E. fluviatile* de Linné était réellement l'*E. Telmateia* Ehrh., la comparaison et la synonymie qui précèdent eussent été impossibles, non pas seulement pour Linné, mais pour un novice en botanique; et en même temps il est inadmissible que, dans une Flore de Suède, Linné compare son *E. limosum* à une plante qui ne croît pas dans ce pays, tandis que l'*E. fluviatile* L. rapporté à la forme rameuse de l'*E. limosum* y croît abondamment, et justifie entièrement cette comparaison ainsi que ce qui a été cité plus haut sur l'abondance de cette plante, sur ses usages en Suède et sur ses usages possibles en Laponie.

Enfin, il est indubitable que si Linné avait vu seulement une fois l'*E. Telmateia* Ehrh., ce grand descripteur n'aurait pas laissé à son *E. arvense* la phrase : *E. scapo fructificante nudo*, *sterili frondoso* (*Sp. pl.*, p. 1517), laquelle convient à l'un et à l'autre.

Ainsi donc, il paraît certain que cette espèce n'a jamais été connue de Linné, qu'aucun de ses noms spécifiques ne peut la désigner, et que ce n'est que par suite d'une confusion que Linné a rapporté à son *E. fluviatile* la synonymie de G. Bauhin, celle de Haller et la citation de ce dernier.

En 1783, Fr. Ehrhart imposa à notre plante (*Hannöv. Magaz.*, Stück 18, p. 287) le nom de *Telmateia*, dont la signification *Τέλμα, Τέλματος,* boue, et *εἶα*, herbe, manque d'exactitude pour désigner la station de cette belle espèce (voy. *Bull. soc. bot. France*, t. IX, p. 333 et 325). En 1797, Roth, dans ses *Catal. botan.*, fasc. I, p. 128, la nomma *E. eburneum*, exprimant ainsi avec justesse un caractère physiologique très-important et tout à fait particulier à cette espèce, savoir l'absence de stomates, et dès lors de chlorophylle, sur les entre-nœuds, ce qui occasionne leur belle couleur d'un blanc d'ivoire. Mais, au lieu de se rapporter au type de l'espèce, la description

de Roth et de Schreber concerne la forme *frondescens*, sur laquelle les tiges spicifères, au lieu de se faner et de disparaître après la sporose, persistent et produisent des rameaux[1]. C'est ce qui ressort clairement de la diagnose de Roth : « E. scapo fructi-« ficante nudo demum elongato in frondem verticillato-ramosam.... » (*Tent. fl. germ.*, vol. IV, p. 4), non moins que de sa description : « .....Semine disperso et spica marces-« cente, demum corrugata vel decidua, scapus elongatur in *frondem* verticillato-« ramosam, sæpius ultra tripedalem, erectam, strictam » (ibid., p. 5). Quant à l'identité de l'espèce elle est attestée par Roth lui-même en ces termes : « Observationibus « edoctus ill. Præses de Schreber in litteris me fecit certiorem *Equisetum* suum *ebur-« neum* eamdem esse plantam cum *Equiseto Telmateja* Ehrh., et hoc in alterum ætate « transire » (ibid., p. 5).

Ainsi le nom d'Ehrhart a plus d'extension et est plus ancien que celui de Roth, et, à ce double titre, il a été généralement adopté. Cependant il n'est pas le nom le plus ancien, le nom princeps. Il a été imposé en 1783. Or, dans la première édition de la *Flore française* du chevalier De Lamarck, qui est de 1778, c'est-à-dire antérieure de cinq ans au *Hannöversche Magazin*, on trouve, à la p. 7 du t. Ier, cette espèce décrite sous le nom d'*E. maximum*. Il est vrai qu'on trouve en synonyme *E. fluviatile* L., mais le texte ne peut laisser aucun doute. En effet, cette espèce, avec l'*E. arvense*, forme le « IIIe GROUPE, *Tiges fleuries nues et les stériles feuillées*, » et la description dit formellement : « Les tiges fleuries sont nues, épaisses, hautes d'un « pied et naissent au printemps. » D'autre part, Poiret, continuateur de De Lamarck, en reprenant, quoiqu'avec doute, le nom linnéen *E. fluviatile* comme antérieur, a cité en synonymie les noms imposés par De Lamarck et par Ehrhart (*Enc. méth. bot.*, V, p. 614). Mais ce qui pourrait inspirer quelques doutes, c'est que De Candolle, également continuateur et en quelque sorte collaborateur de De Lamarck, n'ait pas repris le nom imposé par ce botaniste. Dans sa *Flore française*, 1805, t. II, p. 581, De Candolle mentionne et décrit sur le n° 1454 l'*E. Telmateya* Ehrh., sans autre synonymie que l'*E. eburneum* Roth, rapporté seulement à la variété β; et, à la page

[1] Vaucher, qui ne connaissait pas cette forme frondescente, se scandalise du caractère que Roth assigne à son *E. eburneum*, et dit avec humeur : « c'est une erreur *d'imaginer*, comme l'a fait Roth, que la hampe fructifère pousse « des feuilles après la chute de l'épi ; il n'y a point de rapport entre l'organisation de la tige stérile et celle de la « hampe. Cette dernière meurt constamment après avoir répandu ses graines » (*Mon. Prél.*, p. 364). Le très-consciencieux et très-clairvoyant Roth n'avait rien imaginé ; il avait décrit ce qu'il avait vu, seulement il avait pris un accident pour la forme constante. Il paraît que cette forme frondescente est si répandue dans quelques contrées de l'Allemagne que Bischoff (*Krypt. Gew.*, p. 46 et 47) la regarde presque comme essentielle à l'espèce. Le même auteur dit ailleurs : « La frondescence de la hampe fertile est un fait si constant aux environs de Heidelberg et entre Munich et Schæftlarn, que j'aurais dû regarder cette frondescence comme la règle et son absence comme l'exception ; mais il paraît que la proportion entre les deux sortes de tiges peut varier selon les localités » (*Bemerk. Eq.*, p. 108). M. Milde affirme que cette forme ne se rencontre qu'exceptionnellement en Silésie (*Kenntn. Eq.*, p. 587, et *Gef. Krypt. Schl.*, p. 428 et suiv.). Nous avons vu plus haut qu'elle est également très-rare en France.

suivante, sous le n° 1455, il mentionne et décrit un *E. fluviatile* L., auquel il donne en synonymie *E. maximum* Lam. et *E. heleocharin* Ehrh. Mais ces doutes disparaissent devant le texte du *Botanicon gallicum* de M. Duby, qui, travaillant sur l'herbier de De Candolle, identifie les deux numéros et les deux noms, en les rapportant à une seule et même espèce; et, comme ce dernier auteur croyait aussi que cette plante avait été connue de Linné, il la nomme, comme Poiret, par droit de priorité *E. fluviatile* L., et néglige de mentionner le nom de De Lamarck. Ceci nous montre que De Candolle ne se rendait pas un compte exact de la distinction de ces deux espèces[1], et nous explique la contradiction apparente qui existe entre les renseignements qu'il a fournis à Vaucher sur l'herbier de Linné et les témoignages plus précis et plus modernes de MM. E. Newman et Ch. Hartman.

Donc, puisque le nom d'*E. fluviatile* L. ne peut convenir à notre espèce, et que celui de De Lamarck a la priorité sur celui d'Ehrhart, il y a justice à reprendre le nom *E. maximum* Lam. comme nom princeps, et nous avons ainsi fait[2].

1625. II. E. palustre longioribus setis C. Bauhin, *Pin.*, p. 15; *Theatr.*, p. 241, cum icon. pessima.
1651. E. palustre tenuissimis et longissimis setis J. Bauhin, *Hist. pl.*, III, p. 730 (et forte confusum cum E. arvense, v^as nemorosum?).
1742. E. caule non sulcato, latissimo, verticillis densissimis Hall., *Enum. stirp. Helv.*, p. 144).
1768. E. caule florigero nudo, sterili verticillato, radiorum quadraginta Hall., *Hist. stirp. Helv.*, n° 1675.
1775. *E. fluviatile* Leers, *Fl. herb.*, p. 223 (non L.).
1778. E. MAXIMUM Lam., *Fl. fr.*, I, p. 7 (exclud. syn. L.).
1783. *E. Telmateia* Ehrhart, *Hannöv. Magaz.*, St. 18, p. 287.
1788. *E. Telmateia* Ehrhart, *Beitr.*, II, p. 159 et 160.
1804. *E. fluviatile* et *E. macrostachyon* Poiret, *Encycl. méth.*, V, p. 614.
1804. *E. fluviatile* Smith, *Fl. brit.*, p. 1104 (non L.).
1805. *E. Telmateia* DC., *Fl. fr.*, II, p. 581; et *E. fluviatile* (l. c., ex. auct. Duby).
1807. *E. Telmateia* Lois. Desl., *Fl. gall.*, Ed. 1^a, p. 700 (cum syn. Rothii); et *E. fluviatile* ejusdem, p. 701.
1810. *E. fluviatile* Willd., *Sp. pl.*, V, p. 2 (excl. syn. L.).

[1] Dans les deux éditions du *Flora gallica*, Loiseleur-Deslongchamps a reproduit le même double emploi. Après avoir décrit l'*E. Telmateia* Ehrh. sous son n° 2, l'*E. arvense* sous son n° 3, il décrit de nouveau notre espèce sous le n° 4, *E. fluviatile*, mentionnant sa double forme fertile et stérile, ses gaînes grandes et rapprochées, le synonyme de Smith, la figure de Bolton etc. Cependant si l'on consulte l'herbier de cet auteur, on trouve que la feuille étiquetée *E. Telmateia* contient plusieurs spécimens étiquetés *E. fluviatile*, mais aussi que la feuille spécialement étiquetée *E. fluviatile* ne contient que deux tiges fertiles et très-rameuses de l'*E. limosum*. De là incertitude complète. Le genre *Equisetum* est très-mal représenté dans cet herbier, lequel, acheté par Esprit Requien et légué au musée de la ville d'Avignon, y pourrit misérablement dans un grenier ouvert à tous les vents.

[2] Comme je ne traite que des Equisetum de la France, j'ai dû me borner à citer, après le nom princeps, la synonymie des flores générales de cette contrée. Toute autre citation est motivée par la valeur particulière de la description ou des renseignements qui l'accompagnent. Le signe ! indique les auteurs que l'on consultera avec le plus de fruit.

!1822. *E. fluviatile* Vaucher, *Mon. Prêl.*, p. 363 (non L. et excl. syn. E. heleocharis Ehrh.).
!1828. *E. fluviatile* Ad. Brongniart, *Hist. vég. foss.*, I, p. 99 et suiv.
1828. *E. fluviatile* Duby, *Bot. gall.*, I, p. 535.
1835. *E. fluviatile* Mutel, *Fl. fr.*, IV, p. 166 (non L.).
!1844. *E. Telmateia* Newman, *Brit. ferns*, p. 67.
!1845. *E. Telmateia* Koch, *Syn.*, Ed. 2ª, p. 964.
!1852. *E. Telmateia* Milde, *Kenntn. Eq.*, p. 585.
1856. *E. Telmateia* Gr. et God., *Fl. d. Fr.*, III, p. 643.
!1857. *E. Telmateia* Döll, *Fl. Bad.*, I, p. 59.
!1857. *E. Telmateia* Bernoulli, *Gef. Krypt. Schw.*, p. 67.
!1858. *E. Telmateia* Milde, *Gef. Crypt. Schl.*, p. 425.
!1861. *E. Telmateia* Cosson et Germain, *Fl. env. Paris*, 2ᵉ éd., p. 877.

Varᶦᵒ β minus.

1860. *E. Telmateia* vᵃˢ *minor* Joa. Lange, *Pug. pl. hisp.*, 19; et Willk. et Lange, *Prod. fl. hisp.*, p. 12.

4ᵉ anom. frondescens Al. Braun.

!1797. *E. eburneum* Roth, *Catalect. botan.*, fasc. I, p. 128; *Tent. fl. germ.*, IV, p. 4.
1843. *E. Telmateia* C *frondescens* Al. Braun, in *Sill. Amer. Journ.*, vol. XLVI, p. 84.

5ᵉ anom. serotinum Al. Braun.

1843. *E. Telmateia* vᵃˢ *serotinum* Al. Braun, in *Sill. Amer. Journ.*, vol. XLVI, p. 84.

2. E. SYLVATICUM L.

La station de cette espèce, son port tout particulier, l'ont fait facilement distinguer. Elle n'a donc point de synonymie proprement dite; et le nom d'*E. capillare*, donné par Hoffmann à des sujets grêles, n'a pas été par l'auteur lui-même appliqué en synonyme à toute l'espèce (voy. *Deutschl. Flor. Crypt.*, 1795, p. 3, et ci-dessus p. 179). Des individus peu développés ont été pris par Lapeyrouse et par Mutel pour l'*E. umbrosum Meyer* (voy. *Révision de l'herb. de Lapeyrouse*, par M. le docteur Clos, 1857, p. 82).

1588. *E. sylvaticum* Tabern., *Kräut.*, 569, ic. 253.
1650. VII. *E. sylvaticum tenuissimis setis* C. Bauh., *Pin.*, p. 16; *Theatr.*, p. 245.
1651. *E. sive Hippuris tenuissima non aspera* J. Bauh., *Hist. pl.*, III, p. 730.
1742. *E. verticillis ad folia numerosis* Hall., *Enum. stirp. Helv.*, p. 144.
1753. E. SYLVATICUM L., *Sp. pl.*, Ed. 1ª, p. 1061.

Texte de Linné (*Sp. pl.*, Ed. 2ª, p. 1516).

sylvaticum. 1. EQUISETUM caule spicato, frondibus compositis. *Fl. suec.*, 834; 927.
Equisetum setis ramosis internodio multoties longioribus. *Roy. lugdb.*, 496.
Equisetum sylvaticum *Fl. lapp.*, 391. *Tabern. hist.*, 562.
Equisetum sylvaticum, tenuissimis setis. *Bauh. pin.*, 16. *theatr.*, 245.

1768. *E. foliis repetito-ramosis, vaginis laxissimis* Hall., *Hist. stirp. Helv.*, 1680.
! 1777. *E. sylvaticum* Pollich, *Hist. pl. Palat.*, III, p. 5.
1778. *E. sylvaticum* Lam., *Fl. fr.*, I, p. 8.
1800. *E. sylvaticum* Roth, *Tent. Fl. germ.*, IV, p. 3.
1805. *E. sylvaticum* DC., *Fl. fr.*, tom. II, p. 583.
1807. *E. sylvaticum* Lois. Desl., *Fl. gall.*, Ed. 1ª, II, p. 700.
1813. *E. umbrosum* Lapeyr., *Pyr.*, p. 619 (non Meyer).
! 1822. *E. sylvaticum* Vaucher, *Mon. Prêl.*, p. 365.
1828. *E. sylvaticum* Duby, *Bot. gall.*, p. 535; et *E. umbrosum*, l. c., fide Lapeyrouse (non Meyer).
1835. *E. sylvaticum* Mutel, *Fl. fr.*, IV, p. 166; et *E. umbrosum*, o. c., p. 167 (quoad specimina gallica).
! 1844. *E. sylvaticum* Newman, *Brit. ferns*, p. 59.
! 1845. *E. sylvaticum* Koch, *Syn.*, Ed. 2ª, p. 964.
1853. *E. sylvaticum* Milde, *Kenntn. Eq.*, p. 597.
1856. *E. sylvaticum* Gr. et God., *Fl. d. Fr.*, III, p. 643.
! 1857. *E. sylvaticum* Döll, *Fl. Bad.*, I, p. 61.
! 1857. *E. sylvaticum* Bernoulli, *Gef. Krypt. Schw.*, p. 69.
! 1858. *E. sylvaticum* Milde, *Gef. Crypt. Schl.*, p. 431.
! 1861. *E. sylvaticum* Cosson et Germain, *Fl. env. Paris*, 2ᵉ éd., p. 878.

3. E. PRATENSE Ehrh. (non Roth, non Sprengel, non Schlechtendal).

Cette espèce a été pour la première fois signalée et décrite sous ce nom en 1783, dans le *Hannöversche Magazin*, par Fr. Ehrhart, qui l'avait découverte dans des *prés* de la principauté de Blankenbourg. Le même botaniste la décrivit de nouveau en 1788 (*Beiträge*, III, p. 77). G. F. Hoffmann crut d'abord que cette plante n'était qu'une forme de l'*E. arvense* (*Deutschl. Fl.*, II, p. 3, n° 5, 1795); d'autre part Roth décrivit sous ce nom la variété *nemorosum* de l'*E. arvense* (*Tent. fl. germ.*, III, p. 6, 1800), en citant des figures qui n'ont aucun rapport avec la plante d'Ehrhart. Mais, en 1803, Hoffmann, averti par B. Bockhausen (*Monog. Crypt. Gew. in Römer's Archiv.*, I, n° 3, p. 5 et 6, 1798) revint sur son opinion; il reconnut la plante comme une bonne espèce, et, d'après les échantillons originaux d'Ehrhart, en donna une description exacte et une bonne figure coloriée dans ses *Phytographische Blätter* (I, n° VIII, p. 117, tab. 2); il combattit en même temps l'erreur de Roth. Malheureusement les « Feuilles phytographiques » de Hoffmann manquèrent de publicité et ne furent même pas continuées; il en résulta qu'après les erreurs de Hoffmann et de Roth, l'attention des botanistes fut complétement détournée de la plante d'Ehrhart, et dans l'*Encyc. méth. bot.*, V, p. 613, 1804, Poiret ne la cite que comme une variété de l'*E. arvense*.

En 1809, c'est-à-dire vingt-quatre ans après la première publication d'Ehrhart, un officier français, Bory de Saint-Vincent, faisant la guerre en Prusse, y trouva cette

plante et la communiqua à Meyer et à Willdenow. Ce dernier la crut nouvelle et la décrivit en 1809 sous le nom d'*E. umbrosum*, dans son *Enumer. plant. horti Berolinensis;* et l'année suivante il la caractérisa mieux encore dans le *Spec. plant.*, tout en y mentionnant l'*E. pratense* d'Ehrhart, mais comme plante à lui inconnue, admise sur l'autorité d'Ehrhart, en citant la synonymie erronée de Roth, mais non les figures de Hoffmann. En même temps, c'est-à-dire en 1809, Retz retrouvait cette plante en Scandinavie et la publiait comme nouvelle sons le nom d'*E. amphibolium*. A partir de ce moment, la plante connue sous les noms de Willdenow et de Retz fut retrouvée en plusieurs lieux; mais son premier nom d'*E. pratense* avait presque complétement disparu. Vaucher décrivit et figura l'*E. umbrosum* de Willdenow, tout en conservant l'*E. pratense* Ehrh., mais, ainsi que Willdenow, à titre de plante inconnue, sur l'autorité d'Ehrhart, et en citant toujours la fâcheuse synonymie de Roth, mais non les figures de Hoffmann. En 1830, Sir W. Hooker décrivit encore cet Equisetum comme plante nouvelle en la dédiant à Th. Drummond qui l'avait trouvée dans le Forfarshire. L'emploi fait par Willdenow et Vaucher de deux noms différents pour désigner une même plante, avait après eux porté la plupart des botanistes à chercher sous ces noms deux plantes distinctes, et avait par cela occasionné quelques erreurs (Schlechtendal, *Flor. Berol.*, II, p. 3 et 259, 1824; E. Fries, *Novitiæ fl. suec.*, Ed. 2ª, p. 297, 1828, et *Mant.*, I, p. 21, 1832; Reichenbach, *Flor. excurs.*, p. 154 et 155, 1830; Homann, *Flor. Pomer.*, III, p. 87 et 89, 1835 etc.). M. de Schlechtendal nous a fait plus tard connaître lui-même que son *E. pratense* n'était qu'une forme du *palustre*. L'*E. pratense* de Sprengel (*Fl. Hal.*, Ed. 2ª, p. 435) était une forme de l'*E. ramosissimum;* enfin la confusion était extrême lorsqu'en mai 1836, M. Hampe, de Blankenbourg, après avoir consulté les exemplaires originaux dans l'herbier d'Ehrhart conservé à Göttingen par G. F. W. Meyer, écrivit au directeur du *Flora* une lettre où il rétablissait l'identité de l'*E. pratense* Ehrh. et de l'*E. umbrosum* Willd. (*Flora*, 1836, p. 268 et suiv.); et dans le numéro suivant du même journal, M. de Schlechtendal inséra un très-savant mémoire, où il retraçait l'histoire complète de cette plante et de ses noms divers, et rendait ainsi impossible à l'avenir toute erreur à cet égard (*Flora*, 1836, p. 273 et suiv.).

1783. E. PRATENSE Ehrh. *Hannöv. Magaz.*, st. 18.
1788. *E. pratense* Ehrh., *Beitr.*, III, p. 77, nº 36.
1803. *E. pratense* Hoffmann, *Phytograph. Blätt.*, I, nº VIII, p. 117, pl. II.
1809. *E. amphibolium* Retz., *Fl. scand.*, suppl. 2, p. 12.
1809. *E. umbrosum* Willd., *Enum. pl. hort. Berol.*, p. 1065.
!1810. *E. umbrosum* Willd., *Spec. pl.*, V, p. 3.
1810. *E. pratense* Willd., *Spec. pl.*, V, p. 6 (Exclud. syn. Roth).
1822. *E. umbrosum* Vauch., *Mon. Prêl.*, p. 366.
1822. *E. pratense* Vauch., *Mon. Prêl.*, p. 387 (Exclud. syn.).

1826. *E. sylvaticum* β minus Wahlenb., *Fl. suec.*, Ed. 1ª, p. 689.
1831. *E. Drummondii* Hooker, *Engl. Bot.*, suppl. 2777, et *Brit. flor.*, p. 454.
1836. *E. Ehrharti* G. F. Meyer, *Chlor. Hanov.*, p. 666.
1843. *E. Drummondii* Babingt., *Man. brit. bot.*, p. 380.
! 1845. *E. umbrosum* Koch, *Syn. fl. germ.*, Ed. 2ª, p. 965.
! 1844. *E. umbrosum* Newm., *Brit. ferns*, p. 63.
! 1857. *E. pratense* Bernoul., *Gef. Krypt. Schw.*, p. 70.
! 1858. *E. pratense* Milde, *Gef. Crypt. Schl.*, p. 437.

4. Equisetum arvense L.

A parler exactement, cette espèce est sans synonymie, le type ayant constamment conservé la dénomination linnéenne.

La grande forme *nemorosum* paraît avoir été prise par Roth pour l'*E. pratense* Ehrh.; elle aurait été ensuite, selon M. Bernoulli (*Gef. Krypt. Schw.*, p. 66), prise par De Candolle pour l'*E. fluviatile* L.

Une forme très-grêle et très-réduite, avec ramification anomale à la base de la tige spicifère, serait, selon M. Milde (*Gef. Crypt. Schl.*, p. 417 et 419, et *Syst. Eq.*, p. 142), l'*E. riparium* Fries.

L'anomalie de tiges rameuses terminées par un épi a été décrite comme espèce par K. F. Schultz, sous le nom d'*E. campestre*. Vaucher ne mentionne point cette anomalie; il dit au contraire très-expressément : « Je n'ai jamais vu dans cette espèce les tiges « stériles porter des fleurs » (*Mon. Prêl.*, p. 362).

Cet auteur ne mentionne pas davantage l'anomalie de tiges spicifères propres rameuses à la base; mais M. Bernoulli nous fait connaître (*Gef. Krypt. Schw.*, p. 66) que l'herbier de Vaucher (appartenant actuellement à M. Alph. De Candolle) renferme cette anomalie notée: *E. palustre*, *avec une hampe particulière*. On trouve en effet dans la *Mon. des Prêles* une variété de l'*E. palustre* ainsi mentionnée:

« B. Equisetum nudum vaginis dilatatis, p. 367.

« Il y a une seconde variété où la tige qui porte l'épi est couverte de gaînes dilatées « dépourvues de rameaux. Dans cet état elle a des rapports avec les prêles à hampe » (p. 368). Il est très-probable que ces termes se rapportent, comme la plante de l'herbier de Vaucher, à l'anomalie précitée de l'*E. arvense*, au moment où elle offre à peine des rameaux naissants, et que le savant auteur de la *Monographie* se sera lui-même induit en erreur en donnant au caractère fondamental de sa division des espèces une valeur absolue (voir ci-dessus p. 165).

1552. *Hippuris minima* Tragus, *De stirp.*, p. 693.
1586. *Equisetum alterum sive minus* Dalech., *Hist.*, 1070, fig. 1, 2.
1625. IX. *E. arvense longioribus setis* C. Bauh., *Pin.*, p. 16; *Theatr.*, p. 247 (icon ad dextram bona).

1651. *E. minus terrestre* J. Bauh., *Hist. pl.*, III, p. 730.
1742. *E. caulibus floriferis a foliosis diversis* Hall., *Enum. stirp. Helv.*, p. 144.
1753. E. ARVENSE L., *Sp. pl.*, Ed. 1a, p. 1061.

Texte de Linné (*Sp. pl.*, Ed. 2a, p. 1516).

arvense. 2. EQUISETUM scapo fructificante nudo, sterili frondoso.
Equisetum scapo fructificante nudo, caule sterili ramis compositis. *Fl. suec.*, 833; 928. *Mat. med.*, 479. *Dalib. paris.*, 308.
Equisetum setis quadrangularibus internodio longioribus, caulibus reptantibus. *Guett. stamp.*, I, p. 201.
Equisetum setis simplicibus internodio multoties longioribus. *Roy. lugdb.*, 496.
Equisetum arvense. *Fl. lapp.*, 390. *Hort. cliff.*, 471. *Gron. virg.*, 123.
Equisetum arvense longioribus setis. *Bauh. pin.*, 16.
Equisetum minus. *Fuchs. hist.*, 323.

1768. *E. caule florigero nudo, sterili verticillato, radiorum duodecim* Hall., *Hist. stirp. Helv.*, n° 1676.
! 1777. *E. arvense* Pollich, *Hist. pl. Palat.*, III, p. 6.
1778. *E. arvense* Lam., *Fl. fr.*, I, p. 6.
! 1800. *E. arvense* Roth, *Tent. fl. germ.*, IV, p. 5.
1805. *E. arvense* DC., *Fl. fr.*, II, p. 581.
1807. *E. arvense* Lois. Desl., *Fl. gall.*, Ed. 1a, II, p. 700.
1810. *E. arvense* Willd., *Sp. pl.*, V, p. 1.
! 1822. *E. arvense* Vauch., *Mon. Prêl.*, p. 361 (exclud. syn. E. amphibolium Retz.).
1828. *E. arvense* Duby, *Bot. gall.*, I, p. 534.
1835. *E. arvense* Mutel, *Fl. fr.*, IV, p. 166.
! 1844. *E. arvense* Newman, *Brit. ferns*, p. 77.
! 1845. *E. arvense* Koch, *Syn.*, Ed. 2a, p. 964.
! 1853. *E. arvense* et vtes Milde, *Kenntn. Eq.*, p. 560 et suiv.
1856. *E. arvense* Gr. et God., *Fl. de Fr.*, III, p. 643.
! 1857. *E. arvense* Döll, *Fl. Bad.*, I, p. 59.
! 1857. *E. arvense* Bernoul., *Gef. Krypt. Schw.*, p. 65.
! 1858. *E. arvense* Milde, *Gef. Crypt. Schl.*, p. 417.
! 1861. *E. arvense* Cosson et Germain, *Fl. env. Paris*, 2e éd., p. 877.

β nemorosum Al. Braun.

1620. ? VI *E. palustre tenuissimis et longissimis setis* C. Bauh., *Prod.* p. 24. *Pin.*, p. 16. *Theatr.*, p. 245 (an confusum cum E. maximo et limoso?).
! 1800. *E. pratense* Roth, *Tent. fl. germ.*, IV, p. 6 (non Ehrh.).
1805. *E. fluviatile* DC., *Fl. fr.*, II, p. 583 (ut vult Bernoulli; valde dubito).
! 1843. *E. arvense* β *nemorosum* Al. Braun in Döll, *Rhein. Fl.*, p. 27.
1857. *E. arvense* β *nemorosum* Bernoul., *Gef. Krypt. Schw.*, p. 66.

γ decumbens Meyer.

1836. *E. arvense* vas *decumbens* G. F. W. Meyer, *Chlor. han.*, p. 666.

δ alpestre Wahlenberg.

1812. *E. arvense* β *alpestre* Wahlbg., *Fl. lapp.*, p. 296.

4ᵉ anom. frondescens.

1822. *E. palustre* v^as^ B. Vauch., *Mon. Prêl.*, p. 367.
1852. *E. arvense* v^as^ *irriguum* Milde, *Kenntn. Eq.*, p. 562; *Gef. Crypt. Schl.*, p. 421.
1857. *E. arvense* v^as^ *frondescens* Döll, *Fl. Bad.*, I, p. 58.
1842. *E. riparium* Fries, *Nov.*, *Mant.*, III, p. 167 et *Summ. veg. Scand.*, p. 251, est hæc anomalia tenuis et gracilis, ex auct. Milde, *Syst. Eq.*, p. 142.

5ᵉ anom. serotinum Meyer.

1836. *E. arvense* v^as^ *serotinum* G. F. W. Meyer, *Chlor. han.*, p. 666.
1819. *E. campestre* K. Fr. Schultz, *Flor. starg.*, suppl., p. 59.

5. Equisetum littorale Kühl. et Rupr.

Cette plante a été décrite pour la première fois en 1845, par M. Ruprecht, sur des exemplaires que M. de Kühlewein avait recueillis aux environs de Saint-Pétersbourg, et elle a reçu le nom d'*E. littorale* Kühlewein et Ruprecht (*Beitr. z. Pflanzenk. d. russ. Reichs*, IV, p. 91). C'est sous ce nom qu'elle figure sans synonymie dans le *Flora rossica* de Ledebour, IV, p. 487.

En 1846, M. Lasch, qui avait trouvé cet Equisetum dans la Neumark, le décrivit sous le nom d'*E. inundatum* Lasch dans le *Bot. Centralblatt* de M. Rabenhorst, n° 2, p. 28. Deux ans après, M. Rabenhorst le ramena en variété à l'*E. arvense* et le mentionna comme *E. arvense* v^as^ *inundatum* (*Deutschl. Krypt. Fl.*, 1848).

En 1853, G. Böckel reçut cette plante de H. Koch, qui l'avait trouvée près d'Upjever, et, la croyant nouvelle, il la décrivit comme telle, mais d'une manière peu satisfaisante, et la nomma *E. Kochianum* (*Aufzähl. u. Beschr. Brem. Crypt.* etc.).

Dans ses *Crypt. vascul. Europæ*, 2ᵉ fasc., n° 44, M. Rabenhorst a donné l'*E. littorale* Kühl. sous ce nom, avec la synonymie d'*E. inundatum* Lasch; les exemplaires étaient recueillis par M. Milde et Lasch; mais dans le 3ᵉ fascicule, n° 68, 1860, la même plante reparaît sous le nom d'*E. arvensi* × *limosum* Lasch, avec une note de M. Lasch, exprimant l'opinion que cette plante n'est qu'un hybride. C'est aussi l'opinion de M. Milde.

M. Döll identifie cette plante avec l'*E. arvense forma serotinum* ou *E. campestre* K. F. Schultz (*Fl. Bad.*, I, p. 58).

En 1858, M. Milde publia dans le *Bonplandia*, p. 26 et suiv., une très-bonne notice historique sur cet Equisetum, après s'être assuré par l'étude d'échantillons originaux de l'identité des plantes décrites sous ces noms divers.

Cet Equisetum n'avait point été mentionné en France lorsque je l'y trouvai sur trois points différents au printemps de 1859. Cette rencontre fut signalée par moi dans le *Bull. de la Soc. bot. de France* en août 1859, vol. VI, p. 602, et par M. Billot dans ses *Annot. à la Flore de Fr. et d'Allem.*, p. 196, 1859.

! 1845. E. LITORALE Kühlewein et Ruprecht in *Beitr. z. Pflanzenk. d. russ. Reichs*, IV, p. 91.
! 1846. *E. inundatum* Lasch., *Bot. Centralblatt*, p. 28, traduit dans le *Bull. de la Soc. bot.*, août 1859.
1848. *E. arvense* vas *inundatum* Rabenhorst, *Deutschl. Krypt. Fl.*, p. 333.
! 1852. *E. inundatum* Milde, *Kenntn. Eq.*, p. 573.
1853. *E. litorale* Ledebour, *Flor. ross.*, IV, p. 487.
! 1853. *E. inundatum* Milde, *Rev. crit. Eq.*, p. 190.
1853. *E. Kochianum* Böckel, *Aufz. und Beschr. Brem. Crypt. Gefässpfl.*
! 1858. *E. littorale* Milde *Bonplandia*, 1858, n° 2, p. 26 et suiv.
! 1858. *E. littorale* Milde, *Gef. Crypt. Schl.*, p. 451.
1859. *E. inundatum* J. Duv. J., *Bull. Soc. bot.*, août 1859; tom. VI, p. 602.
1860. *E. arvensi* × *limosum* Lasch. in *Crypt. vascul. Europæ Rabenhorst*, 3e fascicul., n° 68, avec une note de Lasch.

6. EQUISETUM LIMOSUM L.

L'adoption de ce nom linnéen a été si générale qu'elle semble exclure toute synonymie. Toutefois il y a encore quelques divergences d'opinion. En effet, alors même qu'on est d'accord pour reconnaître que l'*E. fluviatile* L. n'a rien de commun avec l'*E. maximum* Lam., et pour admettre que l'*E. fluviatile* et l'*E. limosum* de Linné ne sont que des formes d'un même type, il reste à déterminer lequel des deux noms doit devenir celui du type.

M. Ed. Newman (*Phytologist*, 1843, p. 534, et *Brit. ferns*, p. 415), s'appuyant sur cette considération que l'herbier de Linné contient sous le nom de *fluviatile* quatre spécimens en bon état, et qu'il ne renferme point de *limosum*, propose de reprendre *fluviatile* pour le nom du type, ainsi qu'il suit :

« *E. fluviatile* L. = *E. limosum* Smith.
« » *β limosum*, with the stem quite simple, = *E. limosum* L. »

Comme il s'agit du même auteur, et que l'adoption de l'un quelconque des deux noms ne blesse aucun droit de priorité, j'ai préféré conserver à cette espèce le nom de *limosum* qu'elle porte dans presque tous les ouvrages modernes.

1552. *Hippuris altera major* Tragus, *De stirp.*, p. 691.
1625. VIII. *E. pratense longissimis setis* C. Bauh., *Pin.*, p. 16. *Theatr.*, p. 246 (cum icone pessima).
1651. *E. majus aquaticum* J. Bauh., *Hist. pl.*, III, p. 728. (Descript. ad alias species etiam spectat.)
1690. *E. nudum lævius nostras* Ray, *Syn.*, 131, t. 5, f. 2.
1742. *E. sulcis in caule plurimis, verticillis densissimis* Hall., *Enum. stirp. Helv.*, p. 143.

1753. E. LIMOSUM L., *Sp. pl.*, Ed. 1^a^, p. 1062. = Forma subnuda.
1753. E. FLUVIATILE L., *Sp. pl.*, Ed. 1^a^, p. 1062. = Forma frondosa.

Texte de Linné (*Sp. pl.*, Ed. 2^a^, p. 1517).

limosum 5. EQUISETUM caule subnudo lævi. *Fl. suec.*, 837 ; 931. *Dalib. paris.*, 308.
Equisetum scapo nudo simplicissimo. *Roy. lugdb.*, 496.
Equisetum nudum lævius nostras. *Raj. angl.*, 3, p. 131, t. 5, f. 2.
fluviatile 4. EQUISETUM caule striato, frondibus subsimplicibus.
Equisetum caule non sulcato latissimo, verticillis densissimis. *Hall. helv.*, 144. *Fl. suec.*, 836; 930. *Dalib. paris*, 307.
E. fluviatile. *Fl. lapp.*, 393.
E. palustre, longioribus setis. *Bauh. pin.*, 15. *theatr.*, 242.

1768. *E. caule sulcato, ramis multifloris, foliis indivisis*, β planta in aquosis nascens, caule nudo latiori et numerosis sulcis distincto Hall., *Hist. stirp. Helv.*, n° 1677.
! 1777. *E. fluviatile* Pollich, *Hist. pl. Palat.*, III, p. 8 (Exclud. syn. Halleri).
1778. *E. palustre* v^as^ γ Lam., *Fl. fr.*, I, p. 7.
! 1780. *E. limosum* Roth, *Tent. fl. germ.*, IV, p. 9.
1783. *E. Heleocharis* Ehrh., *Hannöv. Mag.*, St. 18, p. 286, n° 30.
1805. *E. limosum* DC., *Fl. fr.*, II, 582.
1807. *E. limosum* Lois. Desl., *Fl. gall.*, Ed. 1^a^, II, p. 701.
! 1810. *E. uliginosum* Willd., *Sp. pl.*, tom. V, p. 4 (forma subnuda et debilis secund. Al. Braun in litt., ex Ledebour).
1810. *E. limosum* Willd., *Sp. pl.*, tom. V, p. 4.
! 1822. *E. limosum* Vauch., *Mon. Prêl.*, p. 372.
1828. *E. limosum* Duby, *Bot. gall.*, p. 535.
1835. *E. limosum* Mutel, *Fl. fr.*, IV, p. 168.
! 1844. *E. fluviatile* Newman, *Brit. ferns*, p. 51.
! 1845. *E. limosum* Koch, *Syn.*, Ed. 2^a^, p. 965.
! 1852. *E. limosum* Milde, *Kenntn. Eq.*, 601.
1856. *E. limosum* Gr. et God., *Fl. de Fr.*, III, p. 644.
! 1857. *E. limosum* Döll, *Fl. Bad.*, I, p. 63.
1857. *E. limosum* Bernoul., *Gef. Krypt. Schw.*, p. 72.
! 1858. *E. limosum* Milde, *Gef. Crypt. Schl.*, p. 446.
! 1861. *E. limosum* Cosson et Germain, *Fl. env. Paris*, 2e éd., p. 880.

7. EQUISETUM PALUSTRE L.

A part l'illusion que fit à De Candolle un sujet dont le rhizome était garni de tubercules, cette espèce n'offre aucune synonymie.

J'ai dit p. 165 et 242 comment la ve B de Vaucher doit être rapportée à une anomalie de l'*E. arvense*.

« Les exemplaires avec rejetons sans branches constituent l'*E. pratense β* simplicis-

simum Al. Braun, que cet illustre auteur a dans le *Silliman's Journal* (décembre 1843, p. 85) caractérisé par ces mots: Stems without branches » (Döll, *Fl. Bad.*, I, p. 63).

Dans beaucoup d'herbiers, comme dans celui de Linné, les tiges stériles de cette espèce sont confondues avec les tiges stériles de l'*E. arvense*.

1552. *Hippuris minor altera* Trag., *De stirp.*, p. 693.
1625. III. *Equisetum palustre brevioribus setis* C. Bauh., *Pin.*, p. 15. *Theatr.*, p. 241 (sine icone).
1742. *E. multiflorum caule tetragono verticillis rarioribus* Hall., *Enum. stirp. Helv.*, p. 143 (ad duas var^es^ spectat).
1753. E. PALUSTRE L., *Sp. pl.*, Ed. 1^a^, p. 1061.

Texte de Linné (*Sp. pl.*, Ed. 2^a^, p. 1516).

palustre. 3. EQUISETUM caule angulato, frondibus simplicibus.
Equisetum setis simplicibus internodia vix superantibus. *Roy. lugdb.*, 496. *Fl. suec.*, 835; 929. *Dalib. paris.*, 307.
Equisetum palustre *Fl. lapp.*, 392.
Equisetum palustre brevioribus setis. *Bauh. pin.*, 15; *theatr.*, 242.
β Equisetum palustre minus polystachyon. *Bauh. pin.*, 16; *prodr.*, 24. *Raj. angl.*, 3, p. 131, t. 5, f. 3.

1768. *E. caule sulcato, ramis multifloris, foliis indivisis.* α. planta terrestris, caule angustiori, tetragono, pentagono, sulcato Hall., *Hist. stirp. Helv.*, n° 1677.
1777. *E. palustre* Pollich, *Hist. pl. Palat.*, III, p. 7.
1778. *E. palustre* Lam., *Fl. fr.*, I, p. 7 (exclud. v^as^ γ).
! 1800. *E. palustre* Roth, *Tent. fl. germ.*, IV, p. 7.
1805. *E. palustre* DC., *Fl. fr.*, tom. II, p. 583, ! et vol. VI, p. 244.
1807. *E. palustre* Lois. Desl., *Fl. gall.*, Ed. 1^a^, II, p. 701.
1815. *E. tuberosum* DC., *Fl. fr.*, suppl., p. 245 sec. Duby, *Bot. gall.*, p. 535 (Exclud. syn. Willd.).
! 1822. *E. palustre* Vaucher, *Mon. Prêl.*, p. 367 (Exclud. v^as^ B).
1828. *E. palustre* Duby, *Bot. gall.*, p. 535.
1830. *E. pratense* Rchb., *Fl. germ. excurs.*, p. 155, n° 939 (non Ehrh.).
1835. *E. palustre* Mutel, *Fl. fr.*, IV, p. 167.
! 1844. *E. palustre* Newman, *Phytol.*, a. 1842, p. 529. *Brit. ferns*, p. 43.
! 1845. *E. palustre* Koch, *Syn.*, Ed. 2^a^, p. 965.
1852. *E. palustre* Milde, *Kenntn. Eq.*, p. 600.
1856. *E. palustre* Gr. et God., *Fl. de Fr.*, III, p. 644.
! 1857. *E. palustre* Döll, *Fl. Bad.*, I, p. 62, cum v° tenue.
1857. *E. palustre* Bernoul., *Gef. Krypt. Schw.*, p. 71.
! 1858. *E. palustre* Milde, *Gef. Crypt. Schl.*, p. 459.
! 1861. *E. palustre* Cosson et Germain, *Fl. env. Paris*, 2e éd., p. 879.

Forma polystachyon.

1625. V. *Equisetum palustre minus polystachyon* C. Bauh., *Prod.*, p. 24. *Pin.*, p. 16. *Theatr.*, p. 245.
1690. *E. palustre minus polystachyon* Dill., in Ray *Syn.*, 131, t. 5, f. 3.

1768. E. II^{a}. Var. *Ramis multis, quorum quisque spica florigera terminatur* Hall., *Hist. stirp. Helv.*, n° 1677.
E. palustre v^{as} *polystachyon* om. auct. sup. citat.

Forma tenuis.

E. prostratum Hoppe secund. Koch, *Syn.*, Ed. 2^{a}, p. 965, Döll, *Fl. Bad.*, I, p. 62, et Milde, *Gef. Crypt. Schl.*, p. 459.
1828. *E. palustre* v^{as} γ *nudum*. Duby, *Bot. gall.*, p. 535.
1843. *E. pratense* v^{as} β *simplicissimum* Al. Braun, *Sill. Journ.*, déc. 1843, p. 85 (secund. Döll., l. c.).
1857. *E. palustre* v^{as} *tenue* Döll, *Fl. Bad.*, I, p. 63, et Milde, *Gef. Crypt. Schl.*, p. 461.
1863. *E. albo-marginatum* Kit., *Acr. Hung.*, p. 265.

8. Equisetum ramosissimum Desf.

Par suite de la multiplicité de ses formes diverses, cette espèce est celle qui a la synonymie la plus variée.

Abondamment répandue dans toute l'Europe méridionale, elle était, dès 1715, mentionnée par Garidel (*Hist. plant. env. d'Aix*) et rapportée par lui à l'*E. foliis nudum*, *non ramosum*, *sive junceum ἵππουρις ἄφυλλος* C. B., *Pin.*, qui est évidemment l'*E. hyemale* L. Or cette dernière espèce ne croît point aux lieux indiqués par Garidel « Bois de la Magdeleine, à Barguiasso; à la Beauvoisine et le long de l'Arc ». J'ai souvent visité ces localités, et j'y ai trouvé en abondance la présente espèce, mais nulle trace de l'*E. hyemale*, que je n'ai d'ailleurs vu *nulle part* en Basse-Provence. Gérard (*Flor. gall. prov.*, p. 46) et Gouan (*Flor. monspel.*, p. 438) confondirent cette plante avec l'*E. hyemale* L., ou plutôt ils suivirent l'exemple de Linné qui, dans sa synonymie, avait évidemment réuni à son *E. hyemale* des régions du Nord cette plante déjà mentionnée peut-être par G. Bauhin sous son n° XI.

Ce n'est qu'en l'an VI de la République qu'elle fut par Desfontaines établie comme espèce distincte et nommée *E. ramosissimum*. En l'an XII, Poiret, tout en conservant l'espèce de Desfontaines, donna le nom d'*E. campanulatum* à une forme récoltée sur les bords de l'Uveaune, à Marseille, et y rapporta à tort en synonymie la phrase que G. Bauhin consacre à l'*E. variegatum*. En 1806 De Candolle décrivit la même espèce comme nouvelle et la nomma *E. ramosum* (*Synopsis*, p. 118, n° 1457 *). C'est donc doublement à tort qu'on appelle cette plante *E. ramosum* Schleicher; car, d'une part, le nom de Desfontaines, ayant la priorité, doit être conservé, et, d'autre part, le nom d'*E. ramosum* n'appartient pas à Schleicher, mais bien à De Candolle. Le premier Catalogue de Schleicher, sans date (1800?), n'en fait aucune mention; il ne paraît que dans le Catalogue de 1807, postérieur d'un an au *Synopsis*, et l'S qui suit fait à l'initiale du *Synopsis* ou de Schleicher une allusion ambiguë que De Candolle lui-même, dans son supplément de 1815, fit tourner au profit de Schleicher, en citant

par erreur la p. 21 du *Catal. pl. Helv.* après le nom d'*E. ramosum* qui ne s'y trouve pas. Sur l'autorité de De Candolle l'erreur s'est propagée sans contradicteurs. Cette espèce fut d'ailleurs si mal distinguée par Schleicher que, d'après M. Bernoulli (*Gef. Krypt. Schw.*, p. 74), ce collecteur la distribua mêlée à l'*E. hyemale* v^as *paleaceum*. Comment De Candolle, en son Supplément de 1815, rapporta-t-il à cette plante « l'*E. limosum* All. ped., n° 23 » (citation fautive)? c'est ce que je n'ai pu m'expliquer.

La forme simple devint en 1810, d'une part, l'*E. pannonicum* de Willdenow (d'après les témoignages de MM. Al. Braun in Koch, *Syn.*, Ed. 2^a, p. 966; Döll, *Fl. Bad.*, I, p. 65; Milde, *Kenntn. Eq.*, p. 600, fondés sur la vue des exemplaires originaux de Willdenow), d'autre part, l'*E. elongatum* du même, « nom sous lequel, dit De Candolle, l'auteur paraît avoir réuni des plantes différentes » (*Fl. fr.*, Suppl., VI, p. 244). Le protéisme de cette espèce a été caractérisé par le nom si juste d'*E. multiforme* que Vaucher lui appliqua. Enfin, en 1839, M. Al. Braun la ramena en variété à l'*E. hyemale* L.

Lorsque les tiges de cette espèce ont été coupées contre terre, elles produisent une multitude de petits rameaux grêles; et trop souvent cet aspect cespiteux lui a valu dans les herbiers le nom d'*E. variegatum*.

M. Ch. Desmoulins fait remarquer qu'en Périgord « la plante entière, très-glauque « et blanchâtre, présente un aspect extrêmement pâle et qui n'est pas habituel dans « le genre; » et ce savant botaniste ajoute : « Je me demande si ce ne serait pas là l'*E.* « *pallidum* Bory, *Exp. de Morée*, p. 282, cité sous le n° (9) entre parenthèses par le « *Sylloge* de Nyman avec ces seules indications de localités françaises: Gall. (Garonne, « Montpell.), puis en Espagne et en Grèce » (*Catal. phanérog. Dordogne*, suppl. fin., p. 387).

? 1625. XI. *Equisetum foliis nudum ramosum* C. Bauh., *Pin.*, p. 16. *Theatr.*, p. 249 (cum icone vix bona).
1753. *E. hyemale* L. (ex parte sec. syn. Bauh.).
1765. *E. hyemale* Gouan., *Flor. monsp.*, p. 438 (non L.).
! an VI. E. RAMOSISSIMUM Desf., *Fl. atl.*, II, p. 398.
an XII. *E. campanulatum* Poiret, *Enc. méth.*, V, p. 613 (exclud. syn.); et *E. ramosissimum* Poiret, o. c., p. 612.
1806. *E. ramosum* DC., *Syn.*, p. 118, et 1815 *Fl. fr.*, supp. VI, p. 245 (Exclud. syn. All.).
1807. *E. campanulatum* Lois. Desl., *Fl. gall.*, Ed. 1^a, II, p. 701.
1807. *E. ramosum* Lois. Desl., *Fl. gall.*, Ed. 1^a, II, p. 701.
! 1810. *E. elongatum* Willd., *Sp. pl.*, tom. V, p. 8 (Exclud. pl. ins. Borbon.?).
! 1822. *E. ramosissimum* Vaucher, *Mon. Prêl.*, p. 369.
! 1822. *E. multiforme* β ramosum, γ paleaceum, δ campanulatum Vaucher, *Mon. Prêl.*, p. 379 et 381 (Exclud. syn. E. tenue Hoppe).
1828. *E. multiforme* v^as β *ramosum* et γ *campanulatum* Duby, *Bot. gall.*, p. 535.

1828. *E. campanulatum* Lois. Desl., *Fl. gall.*, Ed. 2a, II, p. 358.

1828. *E. ramosum* Lois. Desl., *Fl. gall.*, Ed. 2a, II, p. 353 (cum? auctoris).

? 1832. *E. pallidum* Bory, *Expéd. Mor.*, p. 282.

! 1835. *E. elongatum* Mut., *Fl. fr.*, IV, p. 169.

1839. *E. hyemale* 1 *ramosum* Al. Braun, in *Flora*, 1839, p. 308.

1845. *E. ramosum* Koch, *Syn.*, Ed. 2a, p. 966.

1856. *E. ramosum* Gr. et God., *Fl. de Fr.*, III, p. 645.

! 1857. *E. elongatum* Döll, *Fl. Bad.*, I, p. 65.

! 1857. *E. ramosum* Bernoul., *Gef. Krypt. Schw.*, p. 74.

1857. *E. elongatum* Pokorny, *Eq. arv. et hyem.* p. 9.

! 1858. *E. elongatum* Milde, *Gef. Crypt. Schl.*, p. 466 (ut subspecies *E. hyemalis* L.) (cum syn. *E. procerum* Pollini, *Plant. veron.*, p. 28, et *E. incanum* Vaucher, *Mon. Prél.*, p. 382; synonymia valde dubia!).

9. E. VARIEGATUM Schleich.

Cette espèce, évidemment distinguée et mentionnée par G. Bauhin, Parkinson et Haller, fut comprise par Linné dans son *E. hyemale*, avec lequel elle resta longtemps confondue. Elle existe dans son herbier annotée par J. E. Smith : « E. variegatum Jacq. H. B.» En 1800, Schleicher, sans la décrire, la nomma « *E. variegatum* All.; » cette mention d'Allioni me paraît inexplicable. En 1807, F. Weber et H. Mohr en donnèrent une diagnose et une très-bonne description, que je crois les premières, et qu'à ce titre j'ai citées p. 210. Willdenow mentionna cette espèce, en lui donnant pour synonyme *E. limosum* All., n° 2384; c'est une erreur évidente que Poiret a reproduite (*Enc. méth.*, suppl. IV, p. 548).

Cet Equisetum a continué d'être distingué sous le nom de *variegatum*, soit comme espèce propre, soit comme variété de l'*hyemale* L., du *multiforme* Vauch., du *reptans* Whlbg.

Une grande forme du bord des eaux a été dédiée par M. Ed. Newman à M. Wilson; M. Milde affirme, d'après les échantillons originaux de l'herbier de M. Al. Braun, que ce n'est pas même une variété (*Gef. Crypt. Schl.*, p. 470).

! 1623. *Equisetum nudum minus variegatum Basileense* C. Bauh. *Pin.*, p. 16; *Theatr.*, p. 250 (descr. opt.).

1640. *E. nudum, minus, variegatum* Park. *Theatr.*, 1202.

1742. *E. caule simplicissimo, vaginis profunde sectis* Hall., *Enum. stirp. Helv.*, p. 143.

1753. *E. hyemale* L. (ex parte).

1768. *E. caule sulcato, subnudo, vaginis aristatis* Hall., *Hist. stirp. Helv.*, n° 1678.

1800. E. VARIEGATUM Schleich, *Cat. pl. Helv.*, p. 21; Ed. 1807, p. 27; Ed. 1815, p. 32; Ed. 1821, p. 38 (sine descript.).

! 1807. *E. variegatum* Web. u. Mohr, *Bot. Tasch. a. d. Jahr 1807*, p. 60 et 447 (cum descr. princ. et opt.).

1810. *E. variegatum* Willd., *Sp. pl.*, V, p. 7 (Exclud. syn. All.).
! 1812. *E. reptans* β *variegatum* Wahlbg., *Fl. lapp.*, p. 298.
1815. *E. variegatum* DC., *Fl. fr.*, suppl. VI, p. 244.
! 1822. *E. multiforme* α *variegatum* et δ *tenue* Vaucher, *Mon. Prêl.*, p. 379 et 381.
1828. *E. multiforme* α *variegatum* Duby, *Bot. gall.*, p. 535.
1828. *E. ramosum* v^as^ β Lois. Desl., *Fl. gall.*, Ed. 2^a^, II, p. 358.
1835. *E. variegatum* Mut., *Fl. fr.*, IV, p. 168.
! 1842. *E. hyemale* γ *variegatum* Newm., *Phytol.*, a. 1842, p. 337.
! 1842. *E. variegatum* J. B. Brichan, *Descr. Eq.*, in *Phytol.*, a. 1842, p. 370 et seq.
! 1843. *E. variegatum* Koch, *Syn.*, Ed. 2^a^, p. 967.
! 1844. *E. variegatum* Newm., *Brit. ferns*, p. 31, et (form. elat.) v^as^ Wilsoni, p. 39.
1856. *E. variegatum* Gr. et God., *Fl. de Fr.*, III, p. 646.
! 1857. *E. variegatum* Döll, *Fl. Bad.*, I, p. 71.
1857. *E. hyemale* v^as^ e *variegatum* Kirschl., *Fl. d'Als.*, II, p. 379.
! 1857. *E. variegatum* Bernoul., *Gef. Krypt. Schw.*, p. 77.
! 1858. *E. variegatum* Milde, *Gef. Crypt. Schl.*, p. 469.

10. Equisetum trachyodon Al. Br.

Cet Equisetum, nous apprend M. Ed. Newman (*Brit. ferns.*, p. 26), a été observé pour la première fois, en 1833, dans le nord de l'Irlande, par M. J. F. Mackay, « the « well know author of the *Flora hibernica* » (Dublin 1836). C'est donc à ce botaniste que M. Newman le dédia, en 1842, comme variété de l'*E. hyemale* (*The Phytol.*, 1842, p. 306). Mais déjà M. Al. Braun avait décrit cette plante dans le *Flora* de 1839, p. 308, sous le nom de *trachyodon* (*τραχύς*, rude, et *ὀδούς*, dent), par allusion aux aspérités qui hérissent les dents des gaînes de cette plante dans son jeune âge. Depuis, cette plante a été constamment distinguée, soit comme espèce (Brichan, *Desc. Eq.*, p. 369-377 ; E. Newm., *Brit. ferns.*, p. 25 et 411 ; Boreau, *Fl. Cent.*), soit comme variété de l'*E. hyemale*. M. Pokorny (*E. arv. et hyem.*, p. 10) en fait même une variété de l'*E. elongatum* Willd. (*E. ramosissimum Desf.*) ; mais comme le même auteur fait d'abord de cette plante une variété de l'*E. hyemale* et qu'il ne rapporte en variété à l'*E. elongatum* que des sujets récoltés à Carlsruhe, la description qu'il en donne m'a fait penser, peut-être à tort, qu'il a pu prendre pour de l'*E. trachyodon* des sujets très-grêles de l'*E. ramosissimum*.

L'*E. trachyodon* a été signalé pour la première fois en France par M. Boreau, dans sa *Flore du Centre*.

! 1839. E. TRACHYODON Al. Braun, *Flor.*, 1839, p. 308.
! 1242. *E. hyemale* v^as^ β *Mackaï* Newman, *Phytol.*, a. 1842, p. 305. *Brit. ferns*, p. 25.
! 1842. *E. Mackaï* J. B. Brichan, *Descr. Eq.*, in *The Phytologist.*, a. 1842, p. 369 et suiv

! 1843. *E. trachyodon* Koch, *Syn.*, Ed. 2ª, p. 967.
1849. *E. trachyodon* Boreau, *Fl. Centr. Fr.*, 2ᵉ éd., II, p. 625.
1855. *E. hyemale* vᵃˢ b, paleaceum, partim, et E. elongatum vᵃˢ b. *trachyodon*, Pokorny, *E. arv. et hyem.*, p. 9 et 10.
1856. *E. trachyodon* Gr. et God., *Fl. de Fr.*, III, p. 645.
1857. *E. hyemale* vᵃˢ d trachyodon Kirschl., *Fl. d'Als.*, II, p. 379.
! 1857. *E. hyemale* vᵃˢ c trachyodon Döll, *Fl. Bad.*, I, p. 69.
! 1858. *E. trachyodon* Milde, *Gef. Crypt. Schl.*, p. 464 (ut subspecies E. hyemalis L.).

11. Equisetum hyemale L.

La nudité, la rudesse et la pérennité des tiges de cette espèce l'ont toujours fait distinguer non-seulement des botanistes, mais encore de tous les ouvriers qui l'employaient. Elle n'a donc point de synonymie. Mais l'imperfection des figures et des descriptions des anciens et des modernes a souvent trompé les botanistes, et ils ont appliqué trop facilement le nom d'*E. hyemale* à plusieurs formes de l'*E. ramosissimum* et de l'*E. variegatum*, à l'exemple de Linné, qui réunissait à cette espèce l'*E. variegatum* et l'*E. ramosissimum*, ainsi que l'indique pour tous les deux sa citation de la synonymie de Bauhin, et son herbier pour l'*E. variegatum*.

1552. *Hippuris major* Tragus, *De stirp.*, p. 691.
1625. X. *Equisetum foliis nudum non ramosum seu junceum* ἵππουρις ἄφυλλος C. Bauh., *Pin.*, p. 16. *Theatr.*, p. 248 (cum icone pessima, et potius E. limosum referente).
1690. *E. nudum* Ray., *Syn.*, 131.
1742. *E. caule simplicissimo, aspero, vaginis non laciniatis* Hall., *Enum. stirp. Helv.*, p. 143.
1753. E. HYEMALE L. (ex parte sec. syn. Bauh.), *Sp. pl.*, Ed. 1ª, p. 1062.

Texte de Linné (*Sp. pl.*, Ed. 2ª, p. 1517).

hyemale. 7. EQUISETUM caule nudo scabro basi subramoso. *Fl. suec.*, 838; 931. *Dalib. paris*, 308.
Equisetum scapo nudo simplicissimo. *Roy. lugdb.*, 496. *Gron. virg.*, 196.
Equisetum hyemale. *Fl. lapp.*, 394.
Equisetum foliis nudum ramosum. *Bauh. pin.*, 16.
Equisetum nudum minus variegatum basiliense. *Bauh. pin.*, 16. *prodr.*, 25.
Equisetum foliis nudum non ramosum. *Bauh. pin.*, 16.
Equisetum. *Cam. epit.*, 770, f. A.

1768. *E. caule subnudo, asperrimo, vaginis caulinis indivisis, rameis ciliatis.* Hall., *Hist. stirp. Helv.*, nº 1679 (nonne ad E. ramosum etiam spectat?).
! 1777. *E. hyemale* Pollich., *Hist. pl. Palat.*, III, p. 9.
1778. *E. hyemale* Lam., *Fl. fr.*, I, p. 6.
! 1800. *E. hyemale* Roth, *Tent. fl. germ.*, IV, p. 10.

1805. *E. hyemale* DC., *Fl. fr.*, II, p. 580.
1807. *E. hyemale* Lois. Desl., *Fl. gall.*, Ed. 1a, II, p. 701.
1810. *E. hyemale* Willd., *Sp. pl.*, tom. V, p. 8.
! 1822. *E. hyemale* Vaucher, *Mon. Prél.*, p. 374.
1828. *E. hyemale* Duby, *Bot. gall.*, p. 535.
1835. *E. hyemale* Mutel, *Fl. fr.*, IV, p. 168.
! 1842. *E. hyemale* Newman, *Phytol*, a. 1842, p. 272; *Brit. ferns*, p. 17.
! 1842. *E. hyemale* J. B. Brichan, *Descr. Eq.* in *The Phytologist*, a. 1842, p. 369 et suiv.
! 1845. *E. hyemale* Koch, *Syn.*, Ed. 2a, p. 966.
! 1852. *E. hyemale* Milde, *Kenntn. Eq.*, p. 603.
1856. *E. hyemale* Gr. et God., *Fl. de Fr.*, III, p. 644.
! 1857. *E. hyemale* Döll, *Fl. Bad.*, I, p. 67.
1857. *E. hyemale* Bernoul., *Gef. Krypt. Schw.*, p. 75.
! 1858. *E. hyemale* Milde, *Gef. Crypt. Schl.*, p. 462 (ex parte).
1861. *E. hyemale* Cosson et Germain, *Fl. env. Paris*, 2e éd., p. 881.

CHAPITRE V

Iconographie

Les figures des auteurs anciens sont en général si peu fidèles et dès lors si peu utiles pour la distinction exacte des espèces, que je n'ai pas voulu grossir de leurs citations les listes suivantes. J'ai mentionné seulement celles qui sont reconnaissables; mais toutefois j'ai voulu citer scrupuleusement celles auxquelles Linné a référé ses espèces, et pour les distinguer, je les ai fait précéder du signe (L).

Les meilleures figures modernes sont celles du Flora danica, de Schkuhr, de Bischoff, de Newman, de Hofmeister et de Milde. On les trouvera citées, chacune en leur lieu ; un ! indique celles que l'on pourra consulter avec le plus de fruit. Le signe de la division (:) signalera les figures analytiques; le signe de Vénus (♀) celles des organes de reproduction ; un R renversé, celles des irrégularités ou monstruosités.

E. MAXIMUM Lam.

(L) 1658. C. Bauhin, *Theatr.*, p. 241 (pessima).
! 1790. Bolton, *Fil. brit.*, tab. 36 et 37.
! 1790. Smith, *Engl. Bot.*, 2022.
! 1845. *Flor. danic.* IX. 1469 (forma serotina).
!! 1798. Schkuhr, *Krypt. Gew.*, tab. 168.
1822. Vaucher, *Mon. Prél.*, pl. II, fig. 1-2, 3-4 (♀), 5-6 (:); et pl. II, A (ᴙ).
1823. Vaucher, *Fruct. Prél.*, pl. XXVII.

!(:) 1828. Bischoff, *Krypt. Gew.*, tab. 4, fig. 26-27; tab. 5, fig. 45.
: 1828. Ad. Brong. *Hist. vég. foss.*, I, pl. XI, fig. 1-10, et pl. XII, fig. 6-10.
! 1840. Dietrich, *Deutschl. Krypt. Gew.*, pl. V.
! 1844. Newm., *Brit. ferns*, p. 67 et 76 (:).
1852. Milde, *Kenntn. Eq.*, tab. 55, fig. 21-22, 24-39 (ŋ), tab. 56, fig. 23, 40-42 (ŋ).
(♀) 1852. Milde, *Arch. Eq. Telm.*, pl. VII, fig. *a*, *b*, *c*; *Botan. Zeit.*, 1852, p. 539.
1854. Ramey, *Tab. Eq.*, pl. I.
(:) 1858. J. Duv. J. *Bull. Soc. bot. Fr.*, V, p. 515.
(ŋ) 1858. Reinsch, in *Flora*, 1858, nº 5, tab. 2, fig. 3-4.

2. E. SYLVATICUM L.

(L) 1658. C. Bauh., *Theatr.*, p. 245 (bona).
! 1790. Bolton, *Fil. brit.*, tab. 32 et 33.
! 1790. Smith, *Eng. Bot.*, 1874.
! 1794. *Flor. danica*, VII, tab. 1182.
(:♀) 1798. Hedwig, *Theor. gener.*, Ed. 2ª, tab. 1.
! 1798. Schkuhr, *Krypt. Gew.*, tab. 166. (♀) mala.
! 1822. Vaucher, *Mon. Prêl.*, pl. III, fig. 1-3, 4 (:).
(:) 1828. Bischoff, *Krypt. Gew.*, tab. 3, fig. 3-4.
! 1844. Newm., *Brit. ferns*, p. 59, 62 et 50 (:).
1853. Milde, *Ueber d. Eq. metab.*, pl. I, fig. 1-6 (ŋ).
(♀) 1853. Bischoff, *Bot. Zeit.*, 1853, tab. 2, fig. 3, reproduit dans les *Ann. sc. nat.*, IIIe série bot., tom. 19, pl. IX, fig. 3.
1858. Milde, *Gef. Crypt. Schl.*, tab. 32, fig. 29-30 (ŋ); tab. 34, fig. 36-39 (ŋ); tab. 35, fig. 48 et 50 (ŋ).
(:) 1858. C. Sanio, *Epid. u. Spalt. Eq.*, pl. III, fig. 22-26.
(:) 1858. J. Duv. J., *Bull. Soc. bot. Fr.*, V, p. 516.

3. E. PRATENSE Ehrh.

! 1803. Hoffmann, *Phytograph. Blätt.*, I, n. VIII, pl. II.
! 1822. Vaucher, *Mon. Prêl.*, pl. IV, fig. 1-4.
! 1823. *Flor. danica*, X, fasc. 30, tab. 1770, sub: E. umbrosum Willd.
! 1829. *Flor. danica*, XI, fasc. 33, p. 5, tab. 1943, sub: E. arvense var. β.
! 1831. Hooker, *Engl. Bot.*, suppl. 2777.
! 1840. Dietrich, *Deutschl. Krypt. Gew.*, pl. V.
! 1844. Newm., *Brit. ferns*, p. 63, et p. 81 et 82.
1858. Milde, *Gef. Crypt. Schl.*, pl. XXXIV, fig. 40-46 (ŋ); pl. XXXV, fig. 49, 51, 52 (ŋ); pl. XXXVII, fig. 63 (:).
(:) 1858. Sanio, *Epid. u. Spalt. Eq.*, fig. 19-21.

4. E. arvense L.

De toutes les anciennes figures, Linné ne cite que celle de Fuchs, p. 323, qui représente à peu près une tige stérile de cette espèce ; Tragus (éd. de 1552) donne à la p. 692 (à droite) une réduction renversée de la p. 323 de Fuchs, en la distinguant de l'espèce figurée p. 694, qui est pourtant la même, mais bien mal représentée.

(L) 1545. Fuchs, *Hist. stirp.*, p. 323.
1552. Tragus, *De stirp.* (Ed. 1552), p. 694 et 692 (dextra).
1658. C. Bauh., *Theatr.*, p. 247 (subbona).
1700. Tournefort, *Inst.*, tab. 307.
1790. Bolton, *Fil. brit.*, tab. 34.
! 1798. Schkuhr, *Krypt. Gew.*, tab. 167, cum (:) mala.
(:) an IX. Mirbel, *Anat. Prél.*, pl. I, fig. 16, nos 1-4 ; pl. II, fig. 1 (mala).
! 1813. Smith, *Engl. Bot.*, 2020.
(:) 1815. Mirbel, *Phys. végét.*, pl. LXIV, fig. 5, A, B, C (malæ).
! 1817. Curtis, *Fl. lond.*, pl. CCLXXXV et LXIV.
1822. Vaucher, *Mon. Prél.*, pl. I, fig. 1-2, 3-4 (:), 5-6 (♀).
(♀) 1823. Agardh, *Germ. Prél.*, pl. XIII, fig. 1-4.
! (:) 1828. Bischoff, *Krypt. Gew.*, tab. 3, fig. 2 ; tab. 4, fig. 6-19, 27-28 ; tab. 5, fig. 29-41.
1829. *Flor. danica*, XI, tab. 1942, vas ; XII, tab. 2001.
(:) 1833. Krocker, *De plant. epid.*, pl. I, fig. 5 et 6.
1844. Newm. *Brit. ferns*, p. 77, 81 (:) et 82.
! (♀) 1851. Hofmst., *Vergl. Unters.*, tab. 18, fig. 7-13 et 20, fig. 32-62.
! (♀) 1851. Hofmst., *Kenntn. Gef. Krypt.*, tab. 17, 18 et 19.
! 1852. Milde, *Kenntn. Eq.*, tab. 54, fig. 1-7 (y), 8 (:) ; tab. 57, fig. 1-36 ; tab. 58, fig. 37-47 ; tab. 59, fig. 47 *b*-56 ; tab. 60, fig. 57-58 (♀).
(:) 1853. Pringsheim, *Bot. Zeit.*, pl. VI, fig. 1-4.
1854. Ramey, *Tub. Eq.*, pl. II.
1858. Milde, *Gef. Crypt. Schl.*, tab. 31, fig. 10-18 (y), tab. 32, fig. 19-25 (y) ; fig. 26-28 (y) et div. forma) ; tab. 33, fig. 31-34 (div. forma) ; tab. 34, fig. 35 et fig. 47 (div. forma).
(:) 1858. Sanio, *Epid. u. Spalt. Eq.*, pl. III, fig. 17-18.
(:) 1858. J. Duv. J., *Bull. Soc. bot. Fr.*, V, p. 515.
(♀) 1859. J. Duv. J., *Bull. Soc. bot. Fr.*, VI, pl. II.

5. E. littorale Kühlw.

1852. Milde, *Kenntn. Eq.*, tab. 54, fig. 10-13 (:) ; tab. 55, fig. 14 (:), 15-20 (y).
1858. Milde, *Gef. Crypt. Schl.*, tab. 35, fig. 53 *b* ; tab. 36, fig. 53 *a*, 54, 56 type.

6. E. LIMOSUM L.

1658. C. Bauh., *Theatr.*, p. 246 (pessima).
(L) 1690. Ray, *Syn. angl.*, p. 131, tab. 5, fig. 2, *a*, *b*.
1790. Bolton, *Fil. brit.*, tab. 38.
! 1797. *Flor. dan.*, VII, 1184.
!! 1798. Schkuhr, *Krypt. Gew.*, tab. 171.
1800. Smith, *Engl. Bot.*, XIII, 929.
(:) an IX. Mirbel, *Anat. Prél.*, pl. II, fig. 2, nos 1-7 (mala).
1822. Vaucher, *Mon. Prél.*, pl. VIII, fig. 1-3, 4-5 (♀), 6-7 (:).
(♀) 1823. Agardh, *Germ. Prél.*, pl. XIII, fig. 6-9.
(:) 1828. Bischoff, *Krypt. Gew.*, tab. 4, fig. 24; tab. 5, fig. 42.
! 1840. Dietrich, *Deutschl. Krypt. Gew.*, pl. I.
! 1844. Newm., *Brit. ferns*, p. 51 et 50 (:).
(♀) 1851. G. Thuret, *Zoosp. alg.*, pl. XV, fig. 1, 2.
1851. Hofmst., *Vergl. Unters.*, tab. 19, fig. 1-24, et 20, fig. 1-31.
1852. Milde, *Kenntn. Eq.*, tab. 54, fig. 9 (:); tab. 56, fig. 45 (ꙮ).
1858. Milde, *Gef. Crypt. Schl.*, tab. 36, fig. 55 (ꙮ) (tige spiralée), et fig. 58 (ꙮ).
(:) 1858. C. Sanio, *Epid. u. Spalt. Eq.*, pl. III, fig. 1-11.
(:) 1858. J. Duv. J., *Bull. Soc. bot. Fr.*, V, p. 517.

7. E. PALUSTRE L.

On ne peut citer aucune ancienne figure de cette espèce ayant quelque valeur; Gerarde (*Herb. Em.*, 1113) a copié De Lobel (*Ic.*, 795). La figure de Roy, la seule que cite Linné, ne se rapporte qu'à la variété *polystachyon*.

1581. Lobel, *Icon.*, p. 795, fig. dext.
(L) 1690. Ray, *Syn. angl.*, tab. 5, fig. 3 (vas polystachyon).
1790. Bolton, *Fil. brit.*, tab. 35.
! 1797. *Flor. danica*, VII, tab. 1183.
! 1798. Schkuhr, *Krypt. Gew.*, tab. 169; vas polystachyon, tab. 170.
1810. Smith, *Engl. Bot.*, 2021.
1822. Vaucher, *Mon. Prél.*, pl. V, fig. 1-2, 3-4 (:), 5-6 (♀).
(♀) 1823. Agardh, *Germ. Prél.*, pl. XIII, f. 5.
1828. Bischoff, *Krypt. Gew.*, tab. 3, fig. 1; tab. 5, fig. 46-61 (♀).
(♀) 1828. Bischoff, *Entw. Eq.*, tab. 54.
! 1844. Newm., *Brit. ferns*, p. 43 et 50 (:); vas polystachyon, p. 47; vas nudum, p. 49.
1852. Milde, *Kenntn. Eq.*, tab. 56, fig. 44 (ꙮ).
(♀) 1853. Bischoff, *Bemerk. Eq.*, tab. 2, fig. 1-2; reproduit dans les *Ann. sc. nat.*, IIIe série Bot., tom. 19, pl. IX, fig. 1-2.
1858. Milde, *Gef. Crypt. Schl.*, tab. 36, fig. 57 (ꙮ); tab. 37, fig. 61 (:).

(:) 1858. Sanio, *Epid. u. Spalt. Eq.*, pl. III, fig. 12-16.
(:) 1858. J. Duv. J., *Bull. Soc. bot. Fr.*, V, p. 516.

8. E. RAMOSISSIMUM Desf.

1563. Camerarius, *Epit. Matth.*, 772 (subbona). :
1658. C. Bauh., *Theat.*, p. 250; copie de celle de Camerarius.
! 1798. Schkuhr, *Krypt. Gew.*, tab. 172 *b.*, dextra.
1822. Vaucher, *Mon. Prêl.*, pl. VI, fig. 1, 2 (:); pl. XII, fig. 3, 4 (:) sub : E. campanulatum.
(:) 1828. Bischoff, *Krypt. Gew.*, tab. 4, fig. 23; tab. 5, fig. 44.
(:) 1858. J. Duv. J., *Bull. Soc. bot. Fr.*, V, p. 517.

9. E. VARIEGATUM Schleich.

! 1798. Schkuhr, *Krypt. Gew.*, tab. 172 *b*, sinistra.
1810. Smith, *Eng. Bot.*, 1987.
! 1822. Vaucher, *Mon. Prêl.*, pl. XII, fig. 1, 2 (:).
! 1828. Bischoff, *Krypt. Gew.*, tab. 3, fig. 5.
! 1844. Newm., *Brit. ferns*, p. 31, 37, 39, 40 et 30 (:).
1845. *Flor. danica*, XIV, 2490.
1851. Hofmst., *Vergl. Unters.*, tab. 18, fig. 1-6.
1858. Milde, *Gef. Crypt. Schl.*, tab. 36, fig. 59 (y); tab. 37, fig. 62 (:).
(:) 1858. J. Duv. J., *Bull. Soc. bot. Fr.*, V, p. 517.

10. E. TRACHYODON Al. Br.

1844. Newm., *Brit. ferns*, p. 25, 29 et 30 (:).
(:) 1858. J. Duv. J., *Bull. Soc. bot. Fr.*, V, p. 518.

11. E. HYEMALE L.

Les anciennes figures sont plus propres à induire en erreur qu'à éclairer. Si Tragus, dans la figure qu'il en donne (*De Stirp.*, éd. de 1552, p. 692, à gauche), n'avait eu la précaution de dessiner à côté un de ces anneaux (Schaftheukränze) que l'on fait en Alsace avec cette espèce pour nettoyer les ustensiles de cuisine, il serait impossible de deviner si cette figure d'aspect étrange a la prétention de représenter l'*E. hyemale* plutôt que l'*E. limosum* ou l'*Hippuris vulgaris*, ou toute autre chose. Il faut en dire exactement autant de la figure de G. Bauhin (*Theat.*, p. 248), que Linné a eu raison de ne pas citer; elle est détestable. La description qui l'accompagne et l'habitat assigné démontrent que G. Bauhin a confondu cette espèce avec l'*E. limosum* v^as^ *nudum*. La figure de Camerarius (*Epit. Matth.*, 770, A), la seule que Linné ait citée directement, représente assez bien l'*E. hyemale*. Dalechamp (*Hist.*, I, 1071) donne une copie en sens inverse de la figure de Tragus. Celles de Matthiole (2,375), de Gerarde (*Herb. Em.*, 1113), auxquelles renvoie Bauhin (*Pin.*, 16, cité par Linné), se rapportent plutôt à l'*E. variegatum*. Nous avons vu d'ailleurs dans la synonymie que Linné n'avait pas distingué ces deux plantes.

1530. Brunf., *Herb. viv. eic.*, III, p. 144.
(L) 1563. Camer., *Epit. Matth.*, 770, fig. A.
1790. Bolton, *Fil. brit.*, tab. 39.
! 1798. Schkuhr, *Krypt. Gew.*, tab. 172 *a*.
1800. Smith, *Engl. Bot.*, tab. 915.
! 1810. *Fl. danica*, VIII, tab. 1409.
1822. Vaucher, *Mon. Prél.*, pl. IX, fig. 1-2, 3-5 (:).
! 1828. Hooker, *Fl. lond.*, V, 161.
(:) 1828. Ad. Brong., *Hist. vég. foss.*, I, pl. XII, fig. 1, 2, 4, 5.
(:) 1828. Bischoff, *Krypt. Gew.*, tab. 4, fig. 20-22; tab. 5, fig. 43.
(:) 1837. Meyen, *Neues Syst. d. Pflanzenphysiologie*, pl. V, fig. 15-17.
! 1844. Newm., *Brit. ferns*, p. 17, 21 et 30 (:).
1858. Milde, *Gef. Crypt. Schl.*, tab. 36, fig. 60 (η).
(:) 1858. Sanio, *Epid. u. Spalt. Eq.*, pl. III, fig. 27-34.
(:) 1858. J. Duv. J., *Bull. Soc. bot. Fr.*, V, p. 518.
1860. J. Duv. J., *Bull. Soc. bot. Fr.*, VII, p. 166.

CHAPITRE COMPLÉMENTAIRE

Noms; propriétés et usages; composition chimique

§ 1er. *Noms*

C'est dans Dioscoride que se trouve, sinon la première mention, au moins la plus ancienne description des Ἱππουρις, que les latins appelaient *Equisetum*. Voici ses expressions: « *Prima* in aquosis locis et fossis nascitur; cauliculos edit inanes, « rubescentes, subasperos, solidos, geniculis invicem insertis dissectos, ac circum « ipsos folia juncea crebra tenuiaque. In sublime autem attollitur, vicinos scandens « arborum caudices, ex iisque dependet, circumfusa ramis multis, nigris, ut est equi « cauda: radix lignosa ac dura. *Altera* caule est recto, æquali, cubito majore, quodam-« modo inani, comis per intervalla brevioribus et mollioribus candidioribusque » (*Mater. med.*, lib. IV, cap. 44-45, Ed. 1529; cap. 38, Ed. 1549). Le commencement de la première description pourrait à la rigueur se rapporter à un Equisetum; la fin s'en éloigne absolument. La seconde description s'en rapproche un peu plus.

Pline est encore moins clair. Il mentionne une première plante sans la décrire: « Equisetum, Hippuris a Græcis dicta, et in pratis vituperata nobis (est autem pilus « terræ equinæ setæ similis)....; » puis il en mentionne une seconde: « alii pinus foliis « similem nigricantem, eodem nomine appellant[1]....; et aussitôt après une troisième,

[1] Dans son commentaire Dalechamp rapporte cette description aux *Chara*.

qu'il dit : « juxta arbores nasci et scandentem eos dependere ramis junceis multis nigris, « ut est equorum cauda, geniculatis ramulis, folia habere pauca, exigua, semen « rotundum, simile Coriandro....» (Lib. XXVI, cap. 83 (XIII), vol. 7, part. 2, p. 755, Ed. Lemaire, cur. L. Desfontaines; 1830). Ainsi que l'ont déjà fait remarquer J. Bauhin (*Hist. plant.*, III, p. 728) et G. Bauhin (*Theat.*, p. 233, 234 et 240), il est de toute évidence qu'il ne s'agit plus ici d'Equisetum, non plus que dans la première description de Dioscoride que Pline a empruntée à la même source, sans en donner le commencement. Ensuite l'auteur latin revient à une quatrième plante : « Faciunt « et aliam Hippurim, brevioribus et mollioribus ramis, candidioribusque » (l. c.), qui est la seconde de Dioscoride.

On trouve enfin une autre description de l'Hippuris des Grecs, dans l'écrivain de l'école d'Alexandrie connu sous le pseudonyme de Democritus. « *Ἡ Ἵππουρις ἐκ τοῦ ἐτύμου τὸ ὄνομα ἔσπασεν· ἔστι γὰρ ὁμοία τῇ τοῦ ἵππου οὐρᾷ, ἔχουσα τὰ φύλλα ταῖς θριξὶν ὁμοία, καὶ αὐτὸν τὸν καυλὸν ἀγόμενον ἀπὸ τῆς ῥίζης ὡς ἐπὶ τὸ ἄκρον λεπτότερον· αὐτὸς δὲ ὁ καυλός ἐστι κενὸς, ὡς ὁ κάλαμος, ἔχων τὰ ἄρθρα διῃρημένα, ἐξ ὧν ἄρθρων αἱ τριχώδεις φυλλάδες πέφυκαν· ἐκ τοῦ δὲ εἶναι, αὐτὸ σαλπίγγιον προσαγορεύεται* (II, 6, Geopon., lib. XX).» Il est possible de reconnaître un Equisetum dans cette description, bien que la dernière phrase déroute un peu.

Quoi qu'il en soit, si on admet que parmi ces plantes il y en ait quelqu'une qui réponde réellement aux Equisetum, il faut admettre en même temps que ces auteurs n'ont pu parler que d'espèces spontanées en Grèce et en Italie, et assez rameuses pour justifier les noms *Ἵππουρις* (*ἵππος*, cheval, *οὐρά*, queue) et *Equisetum* (*Equus*, cheval, *seta*, crin[1]). Or, dans le nord de l'Italie, l'*E. arvense* est très-commun et porte encore les noms de Coda caballina, Coda equina, Coda di caballo; les *E. maximum*, *limosum* et *palustre* y sont répandus aussi, et il se peut que les noms anciens aient été appliqués à ces plantes. L'*E. sylvaticum* ne se trouve que rarement au nord de l'Italie et dans les bois des plus hautes montagnes; il est donc évident que c'est à tort que Sprengel se demande si les *E. sylvaticum* et *pratense* ne répondent pas aux plantes de Dioscoride (*Hist. rei herb.*, I, p. 192; 1807). Il est vrai que plus tard, dans son édition commentée de Dioscoride (II, p. 593, in *Med. græc. op.*, vol. XXV et XXVI; 1830), le même botaniste crut reconnaître dans la première plante de l'auteur grec l'*E. fluviatile* (maximum), et dans la seconde l'*E. limosum*. On peut rapporter un Equisetum à la description du pseudonyme Democritus, citée plus haut et par Sprengel; mais il est difficile d'en voir un dans la plante grimpante de Dioscoride.

Jusqu'à Tournefort et Dillenius, les deux noms *Hippuris* et *Equisetum* furent

[1] Linné place le nom *Equisetum* parmi les noms génériques qui « *perversa ex erronea lectione veterum, varia metamorphosin insignem subierunt.* EQUISETUM pro Equiselis. » *Phil. botan.*, p. 175, Ed. princ.

presque indifféremment employés par tous les botanistes pour désigner nos Equisetum et tout ce qui pouvait y ressembler; ces deux auteurs n'employèrent que le nom *Equisetum* et rappelèrent celui d'*Hippuris* en synonymie. Enfin Linné appliqua ce dernier à un genre de phanérogames, dont le port rappelle celui des Equisetum.

Le nom grec et le nom latin faisaient allusion à l'aspect général de la plante; le nom français *Asprêle*[1] se rapporte à la rudesse, à l'*aspreté* de ses tiges qui les rendait redoutables aux faucheurs[2], ou les faisait rechercher des ouvriers pour polir le bois, et des ménagères pour nettoyer les planchers et la vaisselle. Lorsque le mot *aspre* a cessé de s'écrire avec un *s*, l'*Asperelle*, *Asprelle, Aspresle* a subi le même changement et est devenue l'*Apresle*, l'*Aprêle;* et de même que le mot *apothèque* avait vu sa voyelle initiale se transformer en article et était devenu *la boutique*, de même l'*Apresle* devint *la Presle*. Cependant la plupart des dictionnaires (Boiste etc.) conservent les anciens noms *Asprêle*, *Aprêle*, qui sont encore employés en Dauphiné et en Savoie[3]. Toutefois remarquons que G. Bauhin, qui rapproche et cite dans la même ligne *Asprella*, *Esprelle* et *Presle*, trouve plus simple de faire venir ce dernier mot de *φαιδρά*, net, propre (*Theat.*, p. 240). Il est permis de douter que nos ménagères, nos tourneurs et nos faucheurs soient allés demander au grec le nom de la plante qui émoussait leurs faux, polissait leur bois ou nettoyait leurs ustensiles.

Les Equisetum portent en Provence le nom de *Caousaouda,* Cousaodo, Coussauda, Cassaouda, Cassauda, Cassouda (Honnorat, *Dict. prov.*). Quand on voit l'enthousiasme avec lequel le botaniste provençal Garidel et les auteurs latins vantent les Equisetum comme plantes vulnéraires, on est porté à faire dériver le nom provençal du latin *consolido*, souder. Mais en remarquant que dans les noms anciens et modernes Hippuris, Equisetum, Coda di caballo, Coda di mula, Horse-tail, Rossschwanz, Katzenwadel etc., l'idée de queue se rencontre constamment, on trouve que le nom provençal pourrait bien avoir la même signification, et être composé de *cou*, *cau*, *coua*, queue,

[1] « Equisetum, aliis *Asprella* dicitur » (Tragus, *De stirp.*, p. 692; 1552). — « Equiseti genera, quam vulgo *Asprellam* « vocant.... » (Cesalpino, *De plant.*, lib. XVI, cap. 15; 1582). — « Unum Equiseti genus longius quod nonnulli nostræ « ætatis herbarii ab asperitate quam obtinet *Asprellam* vocant. Hinc est quod materiarii, fabri..... » (Fuchsius, *Hist. stirp.*, p. 321; 1542).

« *Queuë de cheval* a prins ce nom à cause que son herbe ressemble aucunement le poil à la queuë d'un cheval. « Aucuns nomment ceste herbe, *aspresle*, pour sa grande aspreté et rudesse du manier, dont les ouvriers imagers, « peigners et autres faisant choses délicates, se servent pour polir leur ouvrage l'en frottant. Il y en a encore de deux « espèces, l'une plus grande que l'autre » (Olivier de Serres, *Théat. d'agric.*, liv. VI, ch. 20, p. 541; édit. de Genève, 1651).

[2] « Pantagruélion est plus abhorré et haï des Larrons, plus leur est contraire, que la Presle aux Fauscheurs, que le Nénufar et Nymphéa aux ribaulx Moines etc. » (Rabelais, *Pantag.*, liv. III, ch. 49, p. 519, édit. de Leduchat, 1741).

[3] *Aprêle* est le nom populaire en Savoie, et M. V. Payot donne *Aprela* et *Aprailaz* comme les noms patois à Chamounix (*Catal. Mt. Bl.*, p. 49, 51, 53). M. Bernoulli donne *Sprella*, *Asparella*, *Rasparella* comme les noms populaires en Italie (*Gef. Krypt. Schw.*, p. 76).

et *sauda*, *seta*, crin. Cette signification primitive du nom générique me sourirait d'autant plus qu'on trouve dans Festus *loca caudata* pour désigner des endroits couverts du crin des Equisetum (voir Dalechamp, éd. de Pline; Lyon 1587, lib. 26, cap. 83 (XIII).

§ 2. *Propriétés et usages*

On pourrait tout résumer dans cette phrase de Vaucher: « On dit, mais sans « l'assurer, que les Prêles ne sont pas inutiles à la médecine; quoi qu'il en soit, elles « ne servent, au moins jusqu'à présent, qu'aux ouvriers en bois et en métal » (*Mon. Prêl.*, p. 336). Mais si c'était dire tout ce qu'il y a peut-être de vrai, ce ne serait pas suffisamment faire connaître toutes les idées qui ont eu cours sur les vertus de ces plantes.

Ingénieux à attribuer aux plantes tant de qualités merveilleuses que chaque végétal devenait presque une panacée universelle, les anciens ne devaient pas oublier les Equisetum. Aussi Dioscoride attribue-t-il de nombreuses vertus à ses deux Hippuris: « 1ª Adstringit herba; ob quam causam sanguinis ex naribus eruptiones sistit succus « ejus. Bibitus idem cum vino utiliter contra intestinorum tormina, et urinam cit. « Glutinant cruenta vulnera trita et inspersa folia ejus; succurrit radix et herba « pariter tussientibus, non nisi recta cervice spirantibus (ὀρθοπνοϊκοῖς) et ruptis. « Quin etiam intestinorum divisiones, vesicam dissectam et intestinorum ramices « glutinare feruntur folia cum aqua pota. 2ª Altera concisa ex aceto eadem potestate « vulneribus medetur » (*Mat. med.*, lib. IV, cap. 44, 45).

Pline parle deux fois des Equisetum. Dans le premier passage il les nomme « *Equisetis*, » et les comprend au nombre des plantes nuisibles aux prés. « Invisa et « Equisetis est, a similitudine equinæ setæ » (lib. XVIII, cap. 67 (XXVII), vol. 6, p. 320, ed. cit.). Dans le second, après avoir fait allusion à ce qu'il en avait dit d'abord, « in « pratis vituperata nobis, » il expose les vertus de la première sorte d'Equisetum: « Lienes cursorum exstinguit decocta fictili novo ad tertias, quantum vas capiat, et « per triduum heminis pota: unctis esculentis ante diem unum interdicitur. Græco-« rum varia circa hanc opinio. » Puis il cite les vertus de la seconde, qui n'est probablement pas un Equisetum: « Alii pinus foliis similem, nigricantem, eodem nomine « appellant, vim ejus admirabilem tradentes, sanguinis profluvia vel tacto tantum « homine sisti » (lib. XXVI, cap. 83 (XIII), vol. VII, p. 755-756, ed. cit.). Je n'ai point à citer les merveilleuses propriétés qu'il attribue à l'autre Equisetum (le premier de Dioscoride) *à tiges grimpantes et à graines globuleuses*, attendu qu'il répète encore ce qu'en dit Dioscoride; toutefois je les énumérerai rapidement, parce que la plupart des anciens médecins botanistes, sans rechercher si sous l'identité de nom il y avait

identité de plantes, les ont attribuées indistinctement à tous les Equisetum possibles[1] : « Il arrête le saignement de nez, le flux de ventre, la dysenterie, provoque les urines, guérit la toux, l'orthopnée, les ruptures, les ulcères. Le suc des feuilles est bon pour les maladies des intestins, de la vessie et aussi pour les hernies.» Enfin il cite la dernière espèce : *« brevioribus et mollioribus comis*, perquam utilem ischiadicis, et vul- « neribus ex aceto impositam, propter sanguinem sistendum » (l. c.).

Galien va plus loin : « Vulnera maxima conglutinat, etiamsi præsectos esse nervos « contingat ; præterea intestinorum ramices cogit » (*De simpl. medic. facult.*, lib. IV, cap. 101).

Matthiole, dans les commentaires dont il accompagne la traduction de Dioscoride, rappelle toutes les propriétés attribuées par les anciens et indique un autre emploi de nos plantes : « Hoc rura nostra[2] vulgo vocant *Paltrufalo*, in cibumque assumunt, « jejunii quadragesimalis tempore. Etenim illud prius elixant, mox farina circum- « spergunt et oleo in sartagine frigunt manduntque piscium vice. Ex quo cibo alvus « quandoque eorum adeo constringitur et constipatur, ut in coli cruciatus facile incur- « rant » (Matth. in *Diosc.*, cap. 42, p. 515, Ed. 1540).

Fallope nous apprend aussi que : « Equiseti cauliculus tenerrimus dum erumpit, « pro asparago ad mensas venit » (*De simpl. med. purg.*, Op. omn., I, p. 125, Ed. 1600).

Olivier de Serres, en mentionnant l'usage qu'on en faisait de son temps, nous prouve qu'on attribuait alors à nos plantes toutes les qualités dont Dioscoride et Pline avaient gratifié leur Equisetum « grimpant » : « Son jus mis dans le nez, estanche « le sang qui en sort ; de même fait des menstrues des femmes mis en pessaire. La « décoction faite en eaue ou en vin guérit la dysenterie, provoque l'urine. Ses feuilles « broyées, appliquées sur les playes, les consolide tresbien. Son herbe et sa racine « soulagent ceux qui sont travaillez de la toux » (*Théat. d'agr.*, VI, ch. 15, p. 541, éd. de Genève, 1651).

G. Bauhin, énumérant les *qualités* des Equisetum, rappelle qu'Avicenne les tient pour froids au premier degré et secs au second degré, mais que Brasavola les prétend aussi froids au premier degré, mais secs au troisième degré ; que Galien les estimait astringents, amers et siccatifs. Quant à leurs *vertus* (vires), le même auteur reproduit d'abord toutes les propriétés attribuées par Dioscoride, par Pline, par Galien et par tous les médecins du moyen âge, puis il rappelle, en l'appuyant de l'autorité de Petronius (*De vict. Roman.*, lib. 3, cap. 3), l'emploi culinaire des Equisetum : « Etiam plebs romana tempore quadragesimo esitare solet, quibus *Pesse del canello* « vocatur, sed usus periculosus est. Sunt qui asparagum siccum annum asservant,

[1] Nous avons vu p. 227 que sous le nom générique *Equisetum* on comprenait, avec quelques Equisetum, l'*Hippuris*, des *Chara*, un *Elatine*, des *Ceratophyllum*, des *Ephedra*.

[2] Matthiole était Italien, et il habita longtemps la petite ville de Trente.

« quo ad dysenterias utuntur, aqua calida per noctem macerantes coquunt, et in cibo « magno successu exhibent » (*Theat.*, p. 252-253). Après quoi le même auteur énumère une infinité de nouvelles propriétés reconnues par les modernes à son *Equisetum* nº IX (*E. arvense*). Il est efficace contre le crachement de sang, les ulcères des poumons, la phthisie, la pierre, la rétention d'urine, le diabétès, les maux de gorge, les ulcères des parties, les hémorrhoïdes, les maladies du foie, l'érysipèle, les pustules malignes, l'engorgement des testicules, l'hydropisie, les contusions ; il guérit encore les maladies des chevaux, ce qui, suivant Brasavola, lui a valu son nom d'*Equisetum*. Enfin « a mulieribus expetitur, ad ustensilia culinaria extergenda, vasa præsertim « stannea et omnis generis supellectilia, quare non temere *Asprella* nominatur » (*Theat.*, p. 254).

J'ai cité de préférence ce très-savant auteur, parce qu'il est plus complet que tout autre et qu'il contient tout ce qui a été dit par ses prédécesseurs. Après lui le nombre des vertus attribuées aux Equisetum va toujours en diminuant, bien que Garidel parle encore avec enthousiasme de leurs « propriétés vulnéraires et astringentes » (*Hist. plant. de Provence*, p. 159-160 ; 1715).

Dans son *Materia medica*, Linné, voulant résumer les vertus attribuées à ces plantes, ne cite qu'une espèce, et trois lignes suffisent à l'énumération de ses propriétés :

« *E. arvense* L.

« QUAL. sicca. *Exoleta*, *eximia*.

« VIS. adstringens ! diuretica !

« USUS. Hæmaturia ! Gonorrhœa benigna, Profluvia, Phthisis » (*Mat. med.*, p. 271, ed. Schreber).

Bergius s'exprime ainsi :

« *E. hyemale* L.

« VIRTUS. Leniter adstringens.

« *Infusum* aquos. lutescens velut potus Theæ, odore fere infusi Theæ similis, « sapore in eandem Theam incidente ; vitriolo martis fuscescit.

« *E. arvense* L. in omnibus cum *E. hyemali* convenit » (*Mat. med.*, Ed. 2ª, II, p. 896 ; 1782).

J. A. Murray expose comme il suit les diverses opinions qui avaient cours de son temps : « Profuit Equisetum aqua decoctum ac calide extrinsecus pubis regioni impo- « situm, ejusque fomentum in connubio decocti pro potu (RIEDLINUS in HEUCH. *Oper*, « p. 253). Cum quibus haud facile comparari potest aliorum laus in mictu cruento « sedando (*Comm. Nor.*, 1733, p. 286). In nephretide calculoso decoctum herbæ « Equiseti ex cerevisia alba adjecto butyro et melle tanquam domesticum, sed non « spernendum remedium proponitur (HOFFM., *Med. syst.*, *tom. 4*, P. 2, p. 386). Dum

« dissuadet in calculo HOYERUS (*Act. nat. curios. Cent.*, I, 2, p. 127) ex casu unico « Equisetum, non de eo solo, sed combinato cum baccis Juniperi in pulvere loquitur. « Dissensus hi tanto nocentiores esse possent, nisi in hodierna praxi medica rarissi-« mum esset Equiseti nomen » (J. A. Murray, *Apparat. medicam.*, V, p. 484-485; 1790).

Soit par suite de ces contradictions, soit à cause de leur inefficacité, les Equisetum, comme le disait Murray, étaient donc tombés dans un profond oubli, lorsqu'en 1826 le docteur Lenhossek fit avec eux de nombreuses expériences et constata leur propriété diurétique. D'après ce savant, l'intensité de cette propriété varie selon les espèces; faible dans les *E. arvense*, *variegatum*, *ramosum* et *palustre*, elle est si développée dans les *E. hyemale* et *limosum*, que souvent elle détermine l'hématurie. A la plante fraîche, qui est trop active, on doit préférer la plante sèche; il convient de l'administrer en décoction de 8 à 12 grammes sur 500 grammes d'eau. On en donne toutes les deux heures une ou deux cuillerées aux enfants, 100 à 200 grammes aux adultes. L'action n'en a rien d'irritant pour les voies digestives et n'apporte aucun trouble dans la circulation. C'est surtout contre l'accumulation de sérosité par atonie, et à la suite d'affections exanthématiques, qu'il en conseille l'usage; il le proscrit au contraire toutes les fois qu'il y a inflammation (*Beob. u. Abhandl. prakt. Heilk. von Doct. und Prof. d. Univ. z. Wien*, V, 1826, p. 392-408. —Voy. aussi: *Edimb. med. a. Surg. Journ. Janu.*, 1827; *Arch. gén. de méd.*, XVI, p. 456; *Journ. de chim. méd.*, t. III, p. 554, et A. RICHARD, *Élém. d'hist. nat. médic.*, 4e éd., II, p. 54-65; 1849).

Malgré tout cela, les Equisetum ont été laissés de côté; et ces plantes, si vantées autrefois, sont aujourd'hui complétement délaissées. Le *Codex* ne les mentionne plus; Soubeiran fait de même dans son *Traité de pharmacie*, et M. Dorvault (*Offic.*, p. 507; 1858) se contente de dire: « Prêle, estimée diurétique; inusitée. » M. Schnizlein, professeur à Erlangen, dans sa *Revue de botanique médicale et pharmaceutique*, Erlangen 1860, dit seulement: « *E. arvense*, diureticum » (p. 72). La médecine ne les emploie donc plus; elles sont exclues des pharmacies; et c'est à peine si en Alsace et en Provence elles sont quelquefois, sur leur vieille réputation, demandées aux herboristes de ces contrées. Comme on peut le croire, je n'ai pu vérifier par moi-même ce qu'elles méritent réellement, de l'ancienne confiance ou de l'oubli présent. Mais il n'en a pas été de même de leur emploi culinaire. Comme Haller nous indique très-expressément que son n° 1675 (*E. maximum*) « hoc fuerit Equisetum « quod a plebe romana in cibum recipitur » (*Hist. stirp. Helv.*, III, p. 1), j'ai voulu en essayer. Or, avec la meilleure volonté du monde, il m'est impossible d'admettre que, même en carême, par esprit de mortification et de pénitence, on puisse manger des beignets de jeunes Equisetum. Cela n'a aucun mauvais goût, et l'épi a même une saveur amère, agréable; mais les gaînes et les entre-nœuds de la tige spicifère ressemblent par trop à ce qu'on obtiendrait avec des bandes d'étoupe saupoudrées de

sable fin. Je croirais plus volontiers qu'il s'agit des turions de quelque plante au feuillage fin (peut-être de l'*Asparagus acutifolius*), qui se mange en Provence. Il est d'ailleurs à remarquer que Cesalpino (*De plant.*, lib. XVI, cap. 15, p. 598, Ed. 1583), G. Bauhin (*Theat.*, p. 240) et tous les auteurs intermédiaires donnent le nom d'*Asparagus* aux jeunes tiges spicifères d'Equisetum, ce qui peut avoir facilité la confusion.

Si on a attribué aux Equisetum tant de propriétés bienfaisantes pour l'homme, il n'en a pas été de même, et tant s'en faut, de leurs propriétés dans l'économie rurale. Pline avait débuté par les accuser «invisa Equisetis.... in pratis vituperata «nobis».... Longtemps oubliée, cette accusation fut relevée par Haller, qui y joignit ses plaintes personnelles. Il dit, en effet, de l'*E. palustre:* «Hoc equisetum paulo «minus quam 1676 (*E. arvense*) tamen et ipsum pecori nocet et dentium facit in «bobus et vaccis vacillationem tum diarrhœam. Cum seductus pulchritudine Trifolii «Equiseto 1676 inquinati, famulus, qui boum meorum curam gerebat, semel aut «iterum vaccam nuper vitulum enixam hac pestilente herba aluisset, ex diarrhœa «immedicabili eadem periit. Quare magnis pecuniis nostri arcanum redimerent, quo «prata infaustissima herbarum liberarent. Mihi neque aratrum, neque fimus, neque «alia cura profuit. Equis non nocet, neque ovibus et rangiferis. Porci nostrates recu-«sant, cum in Suecia non detrectent. Radicibus tamen glandium simile aliquid sæpe «adhæret, quod porcos credas requirere.» La mauvaise humeur du propriétaire semble même réagir sur le médecin, qui ajoute: «Vires medicas vix satis certas «autumo. Aquosa planta est, parum acris; ei adstringentes vires tribuerunt in diar-«rhœa, in hæmoptoe efficaces. Nocuit tamen, HOYERO teste, ventriculo et vesicæ. «Serio vix credo adhiberi» (*Hist. stirp. Helv.*, III, p. 2).

Linné est mieux disposé en faveur des Equisetum; et si un blâme se joint à ses éloges, ce n'est qu'en cas d'excès. Son *Flora lapponica* contient ce qui suit: Rangi-«feri, Lapponum pecora, fœnum per hyemem non adsumunt facile, hinc Lappo «noctes diesque eos per sylvas ducere tenetur. Obtuli circa autumnum redeuntibus «ex longo itinere Rangiferis fasciculum fœni, et observavi eos hanc plantam (*E. fluviatile* id est *limosum*) seligere et adsumere, reliqua fere intacta relinquere. «Annon itaque hocce Equisetum majorem œconomiæ lapponicæ usum afferre posset, «incolis judicandum relinquo» (p. 310).

Dans son *Flora œconomica* il établit que:

«N° 833[1] (*arvense*). Equisetum ab ovibus prægnantibus nimium comestum abortum «producit.

«N° 836 (*limosum*). Equisetum vaccis utilissimum fœnum.

[1] Ces numéros répondent à ceux du *Flora suecica*, Ed. 1a, 1745.

« Nº 838 (*hyemale*). Fabri hoc ipso pectines, manubria, scipiones, metalla lævi-
« gant et expolliunt. » (*Fl. œcon.*, in Amœn. acad., p. 385).

Enfin, dans le *Flora suecica*, Linné est plus explicite encore:

« *E. sylvaticum*. Equis primarium inter omnes plantas pabulum Jemtiis.

« *E. arvense*. Bobus intactum persistit, nisi peregrini vel fame coacti edant, uti ex
« Frisia ultrajecti, tum vero ea consumuntur (*Commel. holl.*).

« *E. limosum*. Dissecatur in pabulum boum, ut vaccæ lac copiosius præbeant. Equis
« minus acceptum. Rangiferi qui fœnum recusant, hoc tamen assumunt.

« *E. hyemale*. Equis salutare. Vaccis noxium, quæ dentes amittunt; herbam ove
« sæpius dejiciunt. Oves abortiunt et abhorrent a pabulo (Leys.) » (*Fl. suec.*, Ed. 2ª,
p. 367-368).

Adanson et Ventenat, peut-être sur l'autorité de Linné, affirment « qu'en Laponie
« les bœufs et les rennes recherchent l'*E. limosum* L. » (*Tabl. règn. vég.*, II, p. 71).

J. A. Murray (*Appar. medicam.*, V, p. 484) rapporte, sans les discuter, les témoignages
suivants : « Ex Equiseto copioso inter pauca gramina crescente demesso et in horreum
« illato, quo vaccæ et oves per hyemem saginatæ, paucissimæ absque abortu evase-
« runt (*J. A. Schulze* in *Act. nat. curios.*, *vol.* I, *p.* 521). Similia de *E. hyemali* nar-
« rantur, vaccæ præterea inde jacturam dentium pati (Gottsched, *Fl. pruss.*, p. 66).
« In armentis mictum cruentum quoque creat (*Holl. Maatschapp*, 3, p. 159). »

Lightfoot répète que l'*E. hyemale* fait tomber les dents des vaches (*Fl. scot.*, p. 651).

Le *Journal of a naturalist* de M. Knapp mentionne que l'*E. limosum* est recherché
par les rats d'eau (p. 143).

Smelowsky, en signalant la présence des tubercules sur les rhizomes de l'*E. arvense*,
propose d'en tirer parti pour engraisser les porcs, attendu que ces animaux en sont
friands et les recherchent avidement (*Mém. Acad. Pétersb.*, I, 1803-1806); Bischoff,
en citant cet auteur, fait remarquer « que la difficulté d'obtenir en assez grand
nombre ces tubercules disséminés et profonds n'en rendrait pas l'emploi économique
et profitable » (*Krypt. Gew.*, p. 50).

Sir W. Hooker donne crédit à la réprobation qui frappe l'*E. hyemale*, en disant
que « bien qu'il soit prouvé qu'il est nuisible aux moutons et qu'il fait tomber les
dents des vaches, il est tout à fait salutaire pour les chevaux » (*Fl. Lond.*, p. 161).
M. E. Newman traite d'*imaginaires* les propriétés médicinales attribuées à la même
espèce (*Brit. ferns*, p. 21), et il ne justifie l'*E. Telmateia* (p. 70) et l'*E. arvense*
(p. 79) qu'en supposant aux bestiaux trop d'instinct pour en manger, sauf les cas de
faim extrême.

Bischoff, après avoir dit que « dans quelques contrées du Nord les *E. sylvaticum*
et *palustre* sont donnés en nourriture aux chevaux, tandis que l'*E. arvense* est con-
sidéré comme leur étant très-nuisible ainsi qu'aux bêtes à cornes, » ajoute : « sur ce

point les opinions les plus contradictoires ont également cours » (*Krypt. Gew.*, p. 50).

Enfin, dans le journal *La France agricole* (numéro du 26 janvier 1860, p. 56), M. E. Paltard, secrétaire du Comice agricole de Bazas, reproduit, mais non d'après son expérience personnelle, toutes les accusations qui ont été lancées contre l'*E. palustre*. « Mêlée aux foins et aux fourrages, la Prêle des marais exerce une action « si nuisible sur les animaux et principalement sur ceux de l'espèce bovine qu'on « peut la considérer comme un vrai poison pour eux. » Ce cultivateur indique comme moyen de destruction le défonçage, le drainage et l'ensemencement du terrain avec du Ray-Grass et du Trèfle de Hollande; et à l'appui de ses expériences il cite celles de M. de Marignan, secrétaire du Comice agricole de Bayonne.

En présence de ces assertions contradictoires, il fallait avoir recours à l'expérience. Vaucher avait bien fait remarquer que « tous les jours les bêtes à cornes consomment « des Prêles vertes ou sèches, sans qu'il en résulte d'accident » (*Mon. Prêl.*, p. 336); mais je voulais des expériences directes. J'étais bien placé pour cela; car les prairies de l'Alsace et du duché de Bade produisent une telle quantité d'Equisetum qu'il est vraiment impossible d'en trouver d'avantage ailleurs. Or, dans les réunions des Comices agricoles, je me suis adressé aux propriétaires de bestiaux; j'ai consulté M. Imlin, ancien élève de l'école d'Alfort, très-habile vétérinaire de Strasbourg, et dont la vaste clientèle s'étend dans toute la vallée de l'Alsace et du pays de Bade, et les réponses que j'ai obtenues peuvent, *sans aucune exception*, se résumer ainsi qu'il suit: Il est incontestable que les Equisetum ne fournissent pas un bon fourrage; ces plantes sont dures, sans parfum et sans saveur; les animaux ne les mangent pas volontiers; si elles sont consommées, elles nourrissent très-peu, mais elles ne font aucun mal. La place qu'elles occupent dans les prés est une place perdue; mais voilà tout. J'objectais à M. Imlin le « dentium facit in bobus et vaccis vacillationem » de Haller et des autres; il me fut répondu que sans doute Haller avait été trompé par un valet de ferme qui voulait faire attribuer aux Equisetum plutôt qu'à sa négligence le mauvais état des bestiaux; que les incisives des ruminants sont toujours mobiles, même dans l'état de santé parfaite, et que le grand physiologiste suisse ne pouvait pas ignorer ce que les entremetteurs juifs de l'Alsace connaissent parfaitement, et exploitent de même, pour obtenir à meilleur marché des vaches qu'ils prétendent très-malades, attendu, disent-ils, *que les dents leur branlent*.

Dans son *Nouveau système de chimie organique* M. Raspail lance un nouveau chef d'accusation:

« 3393. INFLUENCE DES PATURAGES. On a remarqué que la *Prêle fluviatile* donne au « lait de vache une couleur plombée et bleuâtre, et le prive de sa portion crémeuse. Il « est probable que ce lait est acide, que l'albumine s'y trouve par conséquent en moins

« grande quantité, vu que les glandes mammaires n'auront pas assez reçu de menstrue « alcalin pour en enlever au sang qu'elles élaborent. En conséquence le lait se trou- « vera plus ou moins réduit à l'état de petit-lait dont il a la couleur » (t. III, p. 146, et aussi § 3357, éd. de 1838). Cette accusation est difficile à concilier avec l'assertion de Linné que cette plante donne aux vaches de Laponie un lait plus abondant; est-elle mieux fondée? Il est fâcheux que le savant chimiste n'ait pas dit *qui a remarqué* le fait dont sa théorie offre l'explication, car les propriétaires sont d'accord pour dire qu'ils n'ont rien constaté de semblable.

Il est donc permis de croire que les propriétés malfaisantes attribuées aux Equisetum ne leur appartiennent guère plus que les vertus merveilleuses dont les douait la crédulité d'un autre âge,

> et qu'ils n'ont mérité
> Ni cet excès d'honneur ni cette indignité.

En définitive, l'emploi qui paraît le plus incontestable est le polissage. M. E. Newman atteste que, pour cet usage, l'Angleterre reçoit (sous le nom de *Dutch Rush*) de grandes quantités d'*E. hyemale* qui croît en abondance sur les digues de la Hollande (*Brit. ferns*, p. 21).

Dans nos départements méridionaux, en particulier dans celui des Bouches-du-Rhône, l'*E. ramosissimum* (quelquefois aussi l'*E. palustre*) est récolté en abondance; on le tortille en gros anneaux (appelés *Fretadour*, *Escureta*, *Escuret*) qui servent à nettoyer la vaisselle et les petits pavés rouges. Dans sa *Statistique des Bouches-du-Rhône*, M. de Villeneuve comprend la « *Prêle* au nombre des produits naturels du « département qui donnent un revenu régulier; » il estime « qu'il s'en récolte 30,000 « douzaines de bottes, évaluées à 10,000 fr. » (I, p. 654; 1821). De nombreux renseignements, recueillis dans ce département, m'ont démontré que cette évaluation, qui me paraissait d'abord exagérée, est au-dessous de la vérité. La douzaine d'anneaux se vend en été 5 cent., en hiver 10 cent., et il y a peu de ménages qui n'en usent deux douzaines par mois. En réduisant la dépense annuelle à une moyenne de 1 fr., la ville de Marseille, à elle seule, a plus de 10,000 ménages qui emploient ces anneaux à nettoyer la vaisselle et les pavés.

En Alsace on recueille l'*E. hyemale* pour le même usage et on en fait également des anneaux (Schaftheukränze), que Tragus a figurés à côté de son Hippuris major (*De stirp.*, p. 692). Les deux Bauhin ont aussi donné un dessin de ces anneaux.

A Strasbourg, comme en Hollande, l'*E. hyemale* est récolté en abondance pendant l'automne et l'hiver, et expédié à Paris, où les tourneurs et les tabletiers l'emploient pour polir les menus ouvrages de bois, de corne, d'ivoire etc. Mais chaque année les commandes diminuent, et le papier-verre remplace l'*Aprêle*. Ainsi cette plante que les botanistes regardent comme un reste précieux de la végétation d'une autre période

géologique, cette plante si vantée par l'ancienne médecine, que Tragus pouvait en dire «utrisque corporis partibus utilissima» (*De stirp.*, p. 693), est maintenant, si non méconnue, au moins inconnue en médecine et reléguée dans nos arrière-cuisines au plus vil des usages: Sic transit gloria mundi.

§ 3. *Composition chimique*

Pour compléter ce qui précède je crois devoir faire connaître ce qui a été publié sur la composition chimique des Equisetum.

La plus ancienne mention sur ce point se trouve dans Tournefort: «La Presle est «d'un goût salé, détersif, et ne rougit presque pas le papier bleu: il y a beaucoup «d'apparence que le sel de cette plante est semblable au sel de Corail; mais il y est «mêlé avec un peu de sel ammoniac et de soufre. Par l'analyse chimique on tire de la «Presle plusieurs liqueurs acides, peu d'huile, beaucoup de terre, point de sel volatil «concret, mais quelque peu d'esprit urineux: le sel fixe de cette plante ne se résout «pas facilement à l'air et ne rend pas la solution de sublimé corrosif rouge orangé. «Extrait des registres de l'Acad. roy. des sciences» (*Hist. des plant. env. Paris*, 2e éd., II, p. 46).

Bischoff s'exprime comme il suit, sans faire connaître à qui sont dues les analyses:

«La souche de la plupart des Equisetum est particulièrement riche en fécule et en gluten. Outre cela, ils contiennent encore un sirop brun et sucré (sucre incristallisable); et la cendre de la tige brûlée contient plus de moitié de silice (sur 100 grammes de cendres l'*E. palustre* donne 53gr,75 de silice et l'*E. hyemale* 62gr,90). En outre on trouve dans la cendre: sulfate de chaux, carbonate, chlorure et phosphate potassiques, chlorure et phosphate sodiques, phosphate de chaux, phosphates de fer et de magnésie, chaux et au plus charbon 1/2» (*Krypt. Gew.*, p. 50).

M. E. Newman dit à son tour: «Sir Humphrey Davy a constaté dans la tige de cette plante (*E. hyemale*) la présence d'une quantité extraordinaire de silice; c'est cette substance qui donne à la tige sa rudesse et en fait ainsi un article de commerce. La silice se montre sous forme de petits cristaux, arrangés avec une régularité parfaite. Dans le volume sur l'optique (Lardner's Cabinet Cyclopedia), le docteur Brewster constate qu'il a trouvé les molécules de silice douées d'un axe de double réfraction. Nous avons entendu dire à des botanistes que la quantité de silice est si grande et que les molécules en sont si étroitement unies que toute la substance végétale peut être enlevée par macération sans altérer la forme de la plante» (*Brit. ferns*, p. 22).

M. Kirschleger évalue «à 95 pour cent la quantité de silice que l'on rencontre dans les cendres *des Prêles*» (*Fl. Als.*, II, p. 375); mais il ne cite ni l'auteur de l'analyse ni l'espèce analysée.

On trouve dans le *Bulletin des sciences médicales*, t. XVI, p. 459; 1829, la mention suivante d'une analyse de l'*E. hyemale:* « M. Diebold a trouvé que l'herbe sèche « de cette plante contient les principes chimiques suivants: de la matière colorante « résineuse (chlorophylle), de la cire, une matière extractive jaune, de la fécule, du « gallate de chaux, du sucre, de l'acide sorbique (malique), de la fibre végétale, de « l'hydrochlorate et du carbonate de potasse, du sulfate, du carbonate et du phosphate « de chaux et de l'oxide de fer. Il paraît que l'auteur n'a point cherché la silice que « M. Pictet, ainsi que M. John, ont trouvée en assez grande quantité dans la Prèle. « Le principe de cette plante, employée comme diurétique, paraît être la matière « résineuse âcre, qui y existe en quantité prédominante. » L'analyse de M. Diebold est contenue dans Buchner, *Repertor. f. Pharm.*, XXVIII, p. 366; 1828.

En cette même année 1828, Braconnot faisait paraître dans les *Annales de chimie et de physique* (XXXIX, p. 1 à 24) des *Recherches chimiques sur la structure des Prêles;* ce qui suit en est extrait:

« Résumé de l'analyse de 500 grammes de l'E. Telmateia.

		Gr.
1°	Eau	406, 64
2°	Ligneux	26, 48
3°	Silice	21, 60
4°	Acide pectique	11, 32
5°	Sulfate de chaux	6, 10
6°	Équisétate de magnésie	5, 50
7°	Sulfate de potasse	5, 10
8°	Matière extractiforme insoluble dans l'alcool	5, 00
9°	Chlorure de potassium	4, 90
10°	Matière légèrement sucrée soluble dans l'alcool	4, 30
11°	Phosphate de chaux légèrement ferrugineux	1, 00
12°	Chaux unie à la fibre ligneuse et à l'acide silicique	0, 80
13°	Acétate de magnésie	0, 71
14°	Matière grasse, unie au principe colorant (chlorophylle)	0, 40
15°	Matière animale	0, 10
16°	Phosphate de potasse	0, 05
17°	Oxalate de chaux,	Petites quantités indéterminées » »
18°	Équisétate de chaux,	
19°	Équisétate de potasse,	
20°	Cire,	
21°	Hydro-chlorate de magnésie?	
	Total	500, 00

« Incinération de l'E. Telmateia.

« Cinquante grammes de cette plante fraîche, brûlés dans un creuset d'argent, ont

« laissé une cendre grisâtre du poids de $4^{gr},25$. Cette cendre diffère essentiellement « par sa composition de toutes celles des autres végétaux. Sa lessive, même concen- « trée, ne contient point de sous-carbonate de potasse et ne change nullement le « papier rougi par le tournesol. Évaporée en grande partie, elle a laissé déposer du « sulfate de chaux cristallisé en fines aiguilles; il pesait $0^{gr},1$ après sa calcination. En « continuant l'évaporation, on a obtenu un résidu salin, lequel, chauffé fortement, « pesait 1 gramme; il était entièrement formé de sulfate et de muriate de potasse sans « aucun indice de sulfate de magnésie. Redissous dans l'eau, le nitrate de baryte y a « formé un précipité du poids de $0^{gr},67$ correspondant à $0^{gr},51$ de sulfate de potasse. « Cette quantité soustraite de 1 gramme laisse $0^{gr},49$ pour le chlorure de potassium. « La portion insoluble de la cendre sur laquelle on a versé de l'acide hydrochlorique « affaibli, a produit une légère effervescence. On a délayé le tout avec un demi-litre « d'eau distillée, et après l'avoir fait bouillir et filtrée à travers un papier-joseph préala- « blement lavé à l'acide hydrochlorique, il est resté une grande quantité de silice; elle « pesait $2^{gr},11$. La liqueur acide, évaporée à siccité, et le résidu repris par un peu « d'eau, a laissé du sulfate de chaux; lavé avec de l'eau alcoolisée et chauffé au rouge, « son poids était de $0^{gr},51$. Pour m'assurer si ce sel ne contenait point de silice, on l'a « mis en ébullition avec de l'eau acidulée par l'acide hydrochlorique, tout s'est dis- « sous, mais la liqueur est restée louche. Filtrée, il est resté une matière gélatineuse, « laquelle desséchée, était pulvérulente et légère; c'était en effet de la silice. Fondue « au chalumeau avec un peu de carbonate de soude, elle a donné un verre limpide, « d'une belle couleur jaune de topaze, due sans doute à la présence de quelques traces « de sulfate de chaux converti en sulfure. Le liquide séparé des $0^{gr},56$ de sulfate de « chaux, après avoir été acidulé par un peu d'acide hydrochlorique, a été précipité « par l'ammoniaque, qui en a séparé $0^{gr},1$ de phosphate de chaux légèrement ferru- « gineux; on y a versé ensuite du carbonate de potasse et on l'a évaporé à siccité. La « masse saline, lavée avec de l'eau, a abandonné le carbonate de magnésie et le car- « bonate de chaux. Ces sels saturés par l'acide sulfurique et chauffés au rouge, on a « obtenu $0^{gr},71$ de matière. Une dissolution saturée de sulfate de chaux en a dissous « $0^{gr},35$ de sulfate de magnésie, correspondant à $0^{gr},22$ de magnésie, et il est resté « $0^{gr},36$ de sulfate de chaux, équivalant à $0^{gr},26$ de carbonate de chaux.

« *Examen de la cendre de l'E. hyemale*[1].

« Cent grammes d'*E. hyemale*, brûlés dans un creuset d'argent, ont exigé beau- « coup de temps pour leur parfaite incinération. Il est resté près de 12 grammes

[1] « On sait que cette espèce est employée de préférence à toute autre pour les arts, et que, pour l'employer à polir « les métaux, on introduit dans la cavité de sa tige à cannelures très-rudes un fil de fer de même diamètre qu'elle, qui « permet de l'appliquer sans la briser contre les objets à polir. »

« d'une cendre qui a offert des caractères assez particuliers. Bien lavée avec de l'eau, « sa lessive alcaline, concentrée par l'évaporation, a pris une consistance mucilagi- « neuse, et il s'est formé à la surface une pellicule fragile et diaphane comme du « verre. Ce résidu épais ayant été redissous dans un peu d'eau, on y a versé de l'acide « acétique qui a donné naissance à un magma gélatineux abondant, en ne produisant « qu'une légère effervescence. Le mélange, évaporé presque à sec et lavé avec de « l'eau, a laissé une poudre, laquelle, chauffée au rouge, était très-blanche, acide et « pesait 0gr,88; c'était de la silice..... La portion de la cendre insoluble dans l'eau était « presque entièrement formée de silice..... L'ammoniaque en a séparé 0gr,6 de phos- « phate de chaux ferrugineux.....

« Je terminerai ce mémoire en présentant le tableau résultant de l'analyse de la « cendre des espèces de prêles que j'ai examinées:

NOMS DES PRÊLES.	CENDRES fournies par 100 parties de plantes sèches.	COMPOSITION DE LA CENDRE.							
		SILICE.	SULFATE de chaux.	SULFATE de potasse.	CHLORURE de potassium.	CARBONATE de chaux.	MAGNÉSIE.	PHOSPHATE de chaux ferrugineux.	POTASSE en partie unie à l'acide silicique.
E. Telmateia. .	23,61	12,00	3,39	2,83	2,72	1,46	0,66	0,55	0,
E. hyemale . .	11,81	8,75	0,	0,33	0,28	0,93	0,	0,80	0,72
E. arvense . .	13,84	6,38	0,	0,37	0,22	5,51	0,46	Quantité indéterm.	0,30
E. limosum . .	15,50	6,50	3,30	2,20	1,20	1,50	0,30	*Id.*	Indices.

« Nancy, le 20 août 1828.

« BRACONNOT. »

En 1836 et dans les mêmes *Annales* M. V. Regnault soumit à l'analyse l'*acide équisétique* de Braconnot et reconnut que cet acide présente la même composition et la même capacité de saturation que l'acide *maléique*. A défaut de quantités suffisantes d'*E. Telmateia*, M. V. Regnault opéra sur l'*E. limosum*, et reconnut ensuite que l'acide de cette espèce est identique à celui de l'autre. Voici les résultats de cette analyse:

« Cent parties d'équisétate renferment donc:

	1°	2°	3°	4°
« Oxyde d'argent	69,777	69,146	69,549	69,091
« Moyenne	69,391			

« D'un autre côté:

« 1° 1,437 d'équisétate d'argent ont donné 0,099 d'eau et 0,739 d'acide carbonique;

« 2° 1,087 ont donné 0,075 d'eau et 0,576 d'acide carbonique;

« 3° 1,173 ont donné 0,092 d'eau et 0,621 d'acide carbonique.

« On déduit de là:

	I.	II.	III.
« Hydrogène.	0,765	0,766	0,871
« Carbone	14,220	14,652	14,639
« Oxygène	15,624	15,191	15,089
« Oxyde d'argent	69,391	69,391	69,391
	100.	100.	100.

« Ces nombres s'accordent aussi bien qu'on peut le désirer avec ceux que donnent « le maléate et le paramaléate d'argent. En effet, ces derniers sels sont composés de « la manière suivante:

« 2 at. Hydrogène	12,48	0,603
« 4 Carbone.	305,76	14,772
« 3 Oxygène.	300,00	14,494
« 1 Oxyde d'argent.	1451,60	70,131
	2069,84	100.

« La composition de l'acide équisétique cristallisé correspond aussi parfaitement à « celle de l'acide maléique. En effet:

« 0,495 d'acide équisétique cristallisé, desséché dans l'air sec, ont donné 0,180 « d'eau et 0,740 d'acide carbonique; d'où l'on tire pour la composition de l'acide:

« Hydrogène	4,040
« Carbone.	41,338
« Oxygène.	54,622
	100.

« La composition de l'acide maléique cristallisé est:

« 4 at. Hydrogène	24,96	3,416
« 4 Carbone	305,75	41,843
« 4 Oxygène	400,00	54,741
« $C^4 H^2 O^3 + H^2 O$ =	730,71	100.

« D'ailleurs l'acide équisétique est très-soluble dans l'eau et se distingue par cela « de l'acide paramaléique; ainsi, d'après ce qui précède, il ne peut rester aucun doute « sur l'identité de l'acide extrait de l'*E. limosum* avec l'acide maléique.

« Reste maintenant à faire voir que l'acide extrait de l'*E. limosum* est bien le même

« que celui trouvé par M. Braconnot dans l'*E. Telmateia*. J'ai traité la petite quantité « de cette dernière plante que j'ai pu me procurer par la même série d'opérations « que j'avais suivie pour extraire l'acide de l'*E. limosum*. J'ai obtenu un acide iden- « tique par ses propriétés extérieures avec le premier. Cet acide transformé en sel d'ar- « gent a donné les résultats suivants:

« 0,849 de sel d'argent ont donné 0,545 d'argent métallique correspondant à oxyde « d'argent 0,58532.

« 1,486 ont donné 0,103 d'eau et 0,805 d'acide carbonique. D'où l'on tire pour la « composition du sel:

« Hydrogène	0,770
« Carbone.	14,978
« Oxygène.	15,301
« Oxyde d'argent	68,942
	100.

« Cette analyse s'accorde avec les précédentes; ainsi il est démontré que l'acide « équisétique de M. Braconnot n'est autre chose que l'acide maléique, et que cet acide « se trouve dans d'autres espèces de Prêles que dans la Prêle fluviatile (*E. Telmateia*). « Ces plantes renferment même une quantité assez considérable d'acide maléique « pour qu'il y ait peut-être avantage à s'en servir pour la préparation de cet acide » (Extrait des *Annales de chimie et de physique*, LXII, p. 208-214; 1836). Voyez aussi V. Regnault, *Cours élém. chimie*, 3e éd., tom. IV, p. 285.

Dans leur *Traité de chimie générale*, 2e éd., VI, p. 442 et 443. MM. Pelouze et Fremy rapportent les analyses que Braconnot avait faites de l'*E. maximum*, des cendres de cette espèce et de celles des *E. hyemale*, *arvense* et *limosum*.

TABLE EXPLICATIVE

DES CITATIONS

Obs. Dans cette table ne sont point mentionnés les ouvrages de botanique descriptive les plus répandus; les abréviations ordinaires les feront suffisamment reconnaître.

Agardh, *Germ. Prêl.* = **C. A. Agardh,** Observations sur la germination des Prêles, dans les *Mém. du Mus. d'hist. nat.,* tom. IX, p. 283-292. — Le Mémoire fut livré par l'auteur en 1822.

Alp., *De pl. ex.* = **Pr. Alpinus,** De plantis exoticis, lib. II; 1629.

Bernll., *Gef. Krypt. Schw.* = **C. G. Bernoulli,** Die Gefässkryptogamen der Schweiz; 1857.

Bisch., *Bemerk. Eq.* = **G. W. Bischoff,** Bemerkungen zur Entwicklungsgeschichte der Equiseten, in *Bot. Zeitung*, Feb. 1853, p. 97-109, avec fig. — Reproduit en partie, avec les figures, dans les *Ann. sc. nat,* 3e série, bot., tom. XIX, p. 232 et suiv.

Bisch., *Entw. Eq.* = **G. W. Bischoff,** Ueber die Entwicklung der Equiseteen, insbesondere des *Equisetum palustre*, aus den Sporen, in *Nov. Acta Academiæ Cæs. Leop. Carol. naturæ curios.,* tom. XIV, part. 2, p. 779-798; 1828; avec une planche.

Bisch., *Krypt. Gew.* = **G. W. Bischoff,** Die kryptogamischen Gewächse mit besonderer Berücksichtigung der Flora Deutschlands und der Schweiz; 1828; avec planches.

Bisch., *Lehrb. Bot.* = **G. W. Bischoff,** Lehrbuch der allgemeinen und speciellen Botanik; 1834-1839.

Brac., *Chim. Prêl.* = **H. Braconnot,** Recherches chimiques sur la nature des Prêles, dans les *Ann. de chim. et de phys.*, tom. XXXIX, p. 1-24; 1828.

Al. Braun, *Sill. Journ.* = **Al. Braun,** Northamerican Equiseta, in *The american Journal of science and arts*, by Silliman, vol. XLVI; oct.-déc. 1843, p. 81 et suiv.

Brichan, *Descr. Eq.* = **J. B. Brichan,** Description of Equisetum hyemale, Mackaii and variegatum, in *The Phytologist;* nov. 1842, p. 369-377.

Ad. Brong., *Hist. vég. foss.* = **Ad. Brongniart,** Histoire des végétaux fossiles, ou recherches botaniques et géologiques etc.; 1828-1837. — *Equisétacées*, vol. I, p. 99-120.

R. J. Cam., *De sex. pl.* = **Rud. Jac. Camerarius,** De sexu plantarum, epistola ad Valentinum. Tubingen, 1695, et in Polychresta exot. Valentini; 1700.

Cesalp., *De pl.* = **And. Cesalpino**, De plantis, lib. XVI; 1583.

DC., *Th. élém. bot.* = **A. P. De Candolle**, Théorie élémentaire de la botanique; 1813.

Derb. et Sol., *Phys. Alg.* = **Derbès et Solier**, Mémoire sur quelques points de la physiologie des Algues, dans le *Suppl. aux comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, tom. Ier.

Derb. et Sol., *Reprod. Alg.* = **Derbès et Solier**, Sur les organes de reproduction des Algues, dans les *Ann. sc. nat.*, 3e série, bot., tom. XIV.

Desf., *Fl. atlant.* = **Desfontaines**, Flora atlantica; 1798-1800.

Dill., *Diss. epist.* = **J. J. Dillenius**, Dissertationes epistolares de plantarum propagatione, dans les *Éphémérides de l'Acad. des curieux de la nature*, année 1717, centurie V et VI, append., p. 45-95.

Dill., *Nov. pl. gen.* = **J. J. Dillenius**, Nova plantarum genera, 1718. A la suite du *Catalogus plantarum sponte circa Gissam crescentium.*

Döll, *Fl. Bad.* = **J. Ch. Döll**, Flora des Grossherzogthums Baden, I; 1857.

J. Duv. J., *Eq. franç.* = **J. Duval-Jouve**, Sur les Equisetum de France, dans le *Bulletin de la Soc. bot. de France*, tom. V, p. 512 et suiv.; 1858; avec figures dans le texte.

J. Duv. J., *Eq. hyem.* = **J. Duval-Jouve**, Sur une particularité que présente l'*Equisetum hyemale*, dans le *Bulletin de la Soc. bot. de France*, tom. VII, p. 164; 1860; avec figures.

J. Duv. J., *Org. reprod. Eq. arv.* = **J. Duval-Jouve**, Sur les organes de reproduction de l'*Equisetum arvense*, dans le *Bulletin de la Soc. bot. de France*, tom. VI, p. 699 et suiv.; 1859; avec une planche.

J. Duv. J., *Pétiol. foug.* = **J. Duval-Jouve**, Études sur le pétiole des Fougères, dans les *Annotations à la flore de France et d'Allemagne*, publiées par C. Billot; Haguenau, 1856.

Duvern., *Salv. nat.* = **G. L. Duvernoy**, De salvinia natante,cum aliquibus aliis plantis comparata; dissert. inaug. bot.; Tubingen, 1825.

Ehrh., *Beitr.* = **F. Ehrhart**, Beiträge zur Naturkunde, besonders der Botanik etc., 7 vol.; 1787-1792.

Franc., *Anal. brit. ferns.* = **G. Francis**, An analysis of the british ferns and their allies, 2e éd.; 1843.

Garr., *Form. stom.* = **Garreau**, Mémoire sur la formation des stomates dans l'épiderme des feuilles de l'ÉPHÉMÈRE DES JARDINS dans les *Ann. sc. nat.*, 4e sér. bot., I, p. 213-219; 1854.

Garr. et Brauw., *Acc. rad.* = **Garreau et Brauwers**, Recherches sur les formations cellulaires, l'accroissement et l'exfoliation des extrémités radiculaires, dans les *Ann. sc. nat.*, 4e sér. bot., X, p. 180-192; 1858.

Gasparr., *Succ. rad.* = **G. Gasparrini**, Ricerche sulla natura dei succiateri et la secrezione delle radici. Naples 1856.

Gleich., *Neuest. Unters.* = **Gleichen**, Das Neueste aus dem Reiche der Pflanzen oder microscopische Untersuchungen etc., 1764. — Traduit en français par Isenflamm: *Découvertes les plus récentes dans le règne végétal ou observations microscopiques sur les parties de la génération des plantes* etc.; 1770.

Grew, *Anat. pl.* = **N. Grew**, The anatomy of plants with an idea of a philosophical history of plants; 1682.

Hedw., *Fund. musc.* = **Joh. Hedwig**, Fundamentum hist. nat. muscorum frondosorum, concernens eorum flores, fructus, seminalem propagationem etc.; 1782.

Hedw., *Th. gen.* = **Joh. Hedwig**, Theoria generationis et fructificationis plantarum cryptogamicarum, 1784. — Couronné par l'Académie de Saint-Pétersbourg; Ed. 2a, retractata et aucta; 1798; avec planches.

Helw., *Flor. quasimod.* = **G. A. Helwing**, Flora quasimodo genita, sive enumeratio aliquot plantarum indigenarum in Prussia etc.; 1712.

Hend., *Reprod. Eq.* = **Jos. Henderson**, On the reproductive Organs of Equisetum, in *Transactions of the Linnean Society of London*, vol. XVIII, p. 566 et suiv.; 1842; avec planches.

Hofmst., *Keim. Eq.* = **W. Hofmeister**, Ueber die Keimung der Equisetaceen, in *Flora;* 1852, n° 25, p. 385 et suiv.

Hofmst., *Kenntn. Gef. Krypt.* = **W. Hofmeister**, Beiträge zur Kenntniss der Gefässkryptogamen, in *Abhandlungen der mathematisch-physischen Classe der königlich sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften*, vol. IX; 1852; avec planches.

Hofmst., *Verg. Unters.* = **W. Hofmeister**, Vergleichende Untersuchungen der Keimung, Entfaltung und Fruchtbildung höherer Kryptogamen (Moose, Farrn, Equisetaceen, Rhizocarpeen und Lycopodiaceen) und der Saamenbildung der Coniferen; 1851; avec planches. — Equisetum de la p. 89 à 102; pl. XVIII, XIX et XX.

Ad. d. Juss., *Élém. bot.* = **Adrien de Jussieu**, Cours élém. de botanique; 1848.

Kirchh., *Lab. org.* = **Alf. Kirchhoff**, De labiatarum organis vegetativis commentarium; 1861.

Kitaib., *Acr. Hung.* = **Kitaibel**, Acrophyta protophyta Hungariæ in *Linnæa*, XXXIII, p. 263 et suiv. — Notes posthumes.

H. Krock., *Plant. epid.* = **H. Krocker**, De plantarum epidermide observationes; Dissert. inaug. phytotomica. Breslau 1833; avec 3 planches.

Lange, *Pug. pl. Hisp.* = **Joh. Lange**, Pugillus plantarum imprimis hispanicarum, in *Naturhist. Foren. vidensk. Meddelelser*. Copenhague 1860.

Lecoq, *Géog. bot.* = **H. Lecoq**, Études sur la géographie botanique de l'Europe etc., 9 tom.; 1854-1858.

Lindl., *Introd. nat. syst.* = **John Lindley**, An introduction to the natural system of botany; 1830.

Lindl., *Nat. syst. bot.* = **John Lindley**, A natural system of botany; 1836.

Link, *Elem. phil. bot.* = **H. F. Link**, Elementa philosophiæ botanicæ; 1824.

L., *Præl. ord. nat.* = **Linné**, Prælectiones in ordines naturales plantarum, Edidit. P. D. Giseke; 1792.

Lœs., *Pruss.* = **Jos. Lœselius**, Flora prussica etc., cur^e^. J. Gottsched; 1703.

Malp., *Anat. pl.* = **M. Malpighi**, Anatome plantarum, 2 vol.; 1675, London. — Je n'ai eu à ma disposition que l'édition de Leyde; 1687.

Mett., *Seitenkn. Farn.* = **G. Mettenius**, Ueber Seitenknospen bei Farnen, in *Abhandl. d. math.-phys. Classe der königlich sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften*, vol. VII, p. 610-628; 1860.

Meyen, *Pfl. phys.* = **F. J. F. Meyen**, Neues System der Pflanzenphysiologie; 1837-1839.

Milde, *Arch. Eq. Telm.* = **J. Milde**, Des Auftreten der Archegonien am Vorkeime von *Eq. Telmateia* Ehrh., in *Flora;* 1852, n° 32, p. 497, avec planche. — Reproduit en partie dans la *Botanische Zeitung*, n° 32; août 1852, p. 537 et suiv.; avec figures.

Milde, *Entw. Eq.* = **J. Milde**, Zur Entwicklungsgeschichte der Equiseten, in *Nov. Act. Academiæ Cæs. Leop. Carol. naturæ curiosorum*, tom. XX, part. 2, p. 613-636; avec un supplément, p. 637-641; 1852; avec planches. — Communiqué le 25 août 1851.

Milde, *Eq. litt.* = **J. Milde**, Ueber *Equisetum littorale* Kühlw., in *Bonplandia;* février 1858, p. 26-31.

Milde, *Gef. Crypt. Schl.* = **J. Milde**, Die Gefäss-Cryptogamen in Schlesien preussischen und österrei-

chischen Antheils, in *Nov. Act. Academiæ Cæs. Leop. Carol. naturæ curiosorum*, tom. XXVI, part. 2, p. 412-476; 1857; avec planches. — Il y a eu un tirage à part, mais j'ai cité de préférence la pagination des *Nova Acta* qui se trouvent plus fréquemment dans les bibliothèques publiques.

Milde, *Kenntn. Eq.* = **J. Milde,** Beiträge zur Kenntniss der Equiseten, in *Nov. Act. Academiæ Cæs. Leop. Car. naturæ curiosorum*, tom. XXIII, part. 2, p. 557-612; 1853; avec planches.

Milde, *Rev. crit.* = **J. Milde,** Kritische Uebersicht des schlesischen Gefäss-Cryptogamen, mit besonderer Berücksichtigung der Equiseten, in *Denkschrift zur Feier ihres fünfzigjährigen Bestehens, herausgegeben von der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur*, p. 183-197; 1853. — Ce qui se rapporte aux Equisetum a été traduit sous le titre de : *Revue critique des Equisetum de la Silésie*, dans les *Archives de flore*, p. 100 et suiv.; 1855. Haguenau.

Milde, *Spor. Eq.* = **J. Milde,** De Sporarum Equisetorum germinatione, Dissert. inaug. bot. Breslau, 6 nov. 1850; avec deux planches.

Milde, *Syst. Eq.* = **J. Milde,** Neue Beiträge zur Systematik der Equiseten. Breslau 1861.

Milde, *Ueber d. Eq. metab.* = **J. Milde,** Ueber die Equiseta metabola A. Braun, in *Denkschrift zur Feier ihres fünfzigjährigen Bestehens, herausgegeben von der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur,* p. 199-204; 1853; avec une planche.

Mirb., *Anat. Prêl.* = **C. F. Brisseau-Mirbel,** Anatomie des Prêles, dans le *Journal de physique;* prairial an IX, tom 52. p. 444 à 449.

Mirb., *Phys. vég.* = **C. F. Brisseau-Mirbel,** Éléments de physiologie végétale et de botanique; 1815; avec atlas.

Mohl, *Bemerk. Spor.* = **H. v. Mohl,** Einige Bemerkungen über die Entwickelung und den Bau des Sporen der kryptogamischen Gewächse, in *Flora*; 1833, p. 33-46, und in *Vermischte Schriften* etc., p. 67-83.

Mohl, *Morph. Sporang.* = **H. v. Mohl,** Morphologische Betrachtungen über das Sporangium der mit Gefässen versehenen Kryptogamen; dissert. inaug.; 1837, und in *Vermischte Schriften* etc., p. 94-107.

Mohl, *Ueb. Entw. Spalt.* = **H. v. Mohl,** Ueber die Entwickelung der Spaltöffnungen; in *Linnæa*, 1838, p. 544-548; und in *Vermischte Schriften*, p. 252-259.

M. Tand., *Térat. vég.* = **Moquin-Tandon,** Éléments de tératologie végétale; 1841.

Nees v. Esenb., *Form. d. Nat.* = **C. G. Nees von Esenbeck,** Die allgemeine Formenlehre der Natur. Breslau 1861.

E. Newm., *Brit. ferns* = **Edw. Newman,** A History of British Ferns and allied Plants, 2e éd.; London 1844; avec d'excellentes gravures sur bois.

E. Newm., *Phyt.* = **Edw. Newman,** A History of the British Equiseta, in *The Phytologist;* 1842, p. 273, 305, 337, 529.

G. Ogilv., *Struct. fern.* = **G. Ogilvie,** On the Forms and Structure of Fern-Stems, in *The Annals and Magazine of Natural History,* décembre 1859; p. 401-411, avec figures.

Payer, *Bot. Crypt.* = **J. Payer,** Botanique cryptogamique ou histoire des familles naturelles des plantes inférieures; 1850.

Payot, *Catal. Mt-Bl.* = **V. Payot,** Catalogue des Fougères, Prêles et Lycopodiacées des environs du Mont-Blanc; 1860.

Pok., *Eq. arv. et hyem.* = **Al. Pokorny,** Formenreihen des *Equisetum arvense* und Arten aus der Gruppe der *Equiseta hyemalia*, in *Verhandl. des zoolog.-bot. Vereins in Wien*, tom. VII, p. 9-10; 1857. — Analysé dans le *Bull. de la Soc. bot. de France,* tom. V, p. 137-138.

Pringsh., *Schl. Eq.* = **Pringsheim**, Notiz über die Schleuderer von *Equisetum*, in *Bot. Zeitung*, 8 avril 1853, p. 241-244.

Raj., *Meth. pl.* = **John Ray**, Methodus plantarum emendata et aucta; 1711.

Ram., *Tub. Eq.* = **N. E. Ramey**, Note sur quelques espèces tuberculeuses du genre Equisetum, dans les *Mém. de la Société des sc. phys. et nat. de Bordeaux;* 1854, p. 209-219; avec deux planches.

Rasp., *Phys. vég.* = **F. V. Raspail**, Nouveau système de physiologie végétale et de botanique; 1837.

Rasp., *Syst. chim. org.* = **F. V. Raspail**, Nouveau système de chimie organique, 2e éd.; 1838.

Regn., *Acid. Equis.* = **V. Regnault**, Identité de l'Acide Equisétique de M. Braconnot avec l'Acide Maléique, dans les *Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. LXI, p. 208-214; 1836.

Richard, *Élém. bot. et phys.* = **Ach. Richard**, Nouveaux éléments de botanique et de physiologie végétale, 7e éd.; 1846.

Roth, *Tent. fl. germ.* = **Roth**, Tentamen floræ germanicæ; 1788-1800.

Rupr., *Distr. crypt. Russ.* = **F. J. Ruprecht**, Distributio cryptogam. vascul. in imperio Russico, in *Beiträge z. Pflanzenkunde des russischen Reichs*, 3te Lief.; 1845.

Sanio, *Epid. u. Spalt. Eq.* = **Carl Sanio**, Untersuchungen über die Epidermis und die Spaltöffnungszellen der Equisetaceen, in *Linnæa*, vol. 29, p. 385-416; 1858; avec une belle planche. — Tirage à part de 32 pages. J'ai cité la pagination du *Linnæea*, qui est plus répandu dans les bibliothèques.

Schacht, *Pflanzenzelle* = **H. Schacht**, Die Pflanzenzelle, der innere Bau und das Leben der Gewächse; 1852; avec planches.

Schimp., *Sphag.* = **W. Ph. Schimper**, Mémoire pour servir à l'hist. natur. des Sphaignes (Sphagnum), dans les *Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des sciences*, tom. XV; 1857.

Struve, *Silic.* = **G. A. Struve**, De silicia in plantis nonnullis. Dissert. inaug. chem.; 1835; avec deux planches.

Thuret, *Anthér. Foug.* = **Gust. Thuret**, Note sur les anthéridies des Fougères, dans les *Ann. sc. nat.*, 3e série, bot., tom. XI, p. 9 et 10; 1849.

Thuret, *Fécond. Fuc.* = **Gust. Thuret**, Recherches sur la fécondation des Fucacées, dans les *Ann. sc. nat.*, 4e série, bot., tom. II, p. 197-214; 1854.

Thuret, *Zoosp. alg.* = **Gust. Thuret**, Recherches sur les zoospores des Algues et les anthéridies des cryptogames, dans les *Ann. sc. nat.*, 3e série, bot., tom. XVI, p. 77 et suiv.; 1851; avec planche.

Trécul, *Form. second. cell.* = **A. Trécul**, Mémoire sur les formations secondaires dans les cellules végétales et sur les formations spirales, annulaires et réticulées, dans les *Ann. sc. nat.*, 4e série, bot., tom. II, p. 273-356; 1854.

Trécul, *Nuph. lut.* = **A. Trécul**, Sur la structure et le développement du NUPHAR LUTEA, dans les *Ann. sc. nat.*, 4e sér., bot., IV, p. 286-345; 1845.

Trécul, *Or. rac.* = **A. Trécul**, Recherches sur l'origine des racines, dans les *Ann. sc. nat.*, 3e sér., bot., VI, p. 303-345; 1846.

Unger, *Acc. entren.* = **Fr. Unger**, Sur l'accroissement des entre-nœuds, extrait du *Bot. Zeitung;* 1844, p. 489 et suiv. — Traduit dans les *Ann. sc. nat.*, 3e série, bot., IV, p. 193-209.

Unger, *Exanth.* = **Fr. Unger**, Die Exantheme der Pflanzen und einige mit diesen verwandte Krankheiten der Gewächse; 1833; avec planches.

Vaucher, *Fruct. Prél.* = **J. P. E. Vaucher,** Mémoire sur la fructification des Prêles, dans les *Mém. du Museum d'hist. nat.*, tom X, p. 429-434; 1823; avec planche.

Vaucher, *Mon. Prél.* = **J. P. E. Vaucher,** Monographie des Prêles, dans les *Mém. de la Soc. de physique et d'hist. nat. de Genève*, tom. I, 2e part., p. 329-391; 1822; avec planches. — Une note initiale mentionne que cet important ouvrage fut lu à la Société en février 1818. Tirage à part de 64 pages. Les *Mém. de la Soc. de Genève* étant répandus dans les bibliothèques publiques, j'en ai cité la pagination, de préférence à celle du tirage à part. A la fin de quelques exemplaires de ce tirage se trouve une note de deux pages d'impression ajoutée en 1826; elle est fort importante. Je l'ai citée sous l'abréviation suivante.

Vaucher, *Germ. Prél.* = **J. P. E. Vaucher,** Note sur la germination des Prêles; deux pages ajoutées en 1826 après la 64e page du tirage à part de la *Mon. Prél.*

PLANCHES

ET

EXPLICATION DES PLANCHES

PLANCHE I

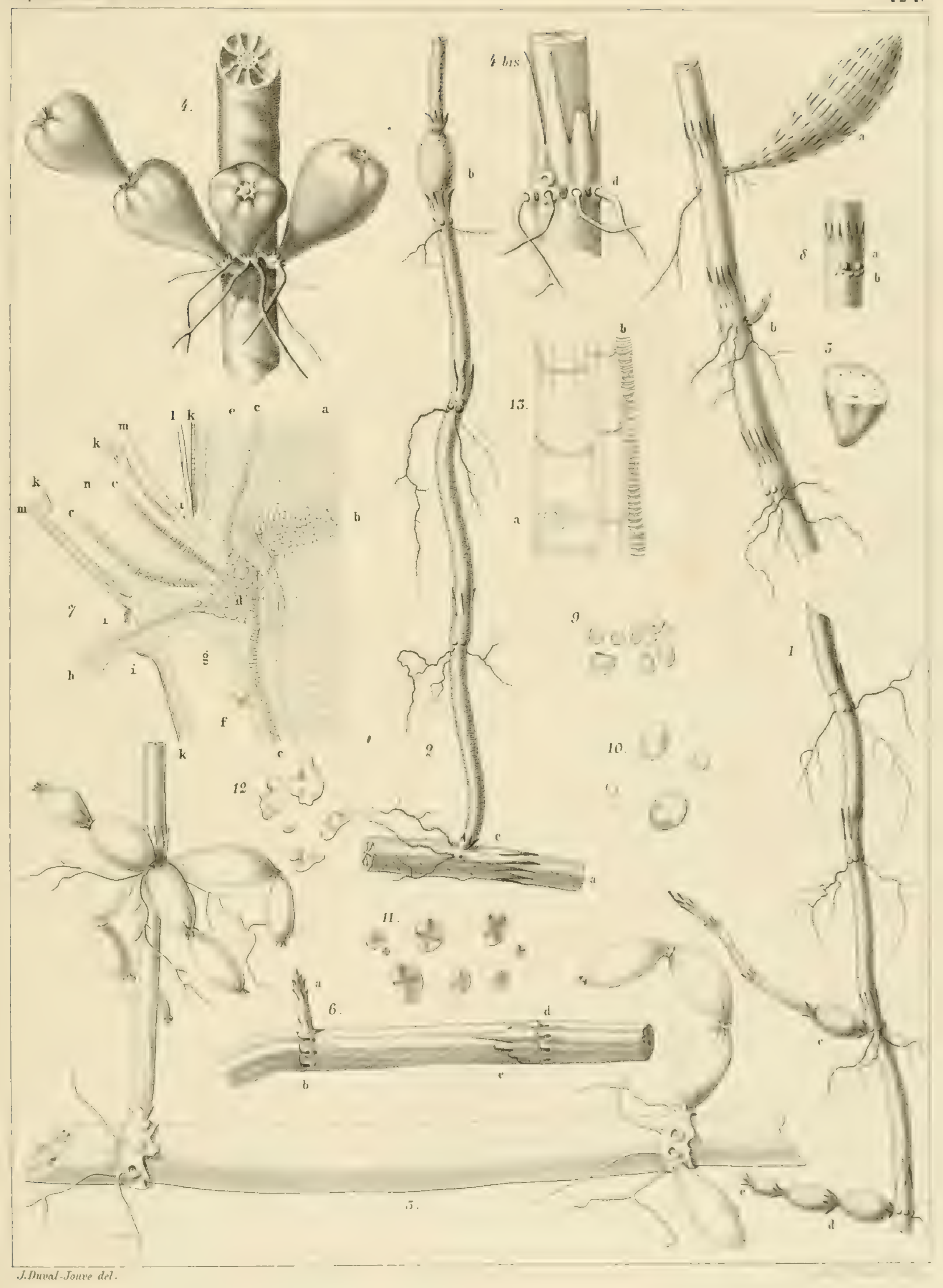
Rhizomes

Fig.

1. **Equisetum arvense.** Rhizome vertical.
   a Bourgeon de tige spicifère. — *b* Bourgeon de tige stérile. — *c* Rhizome latéral ayant commencé par un tubercule. — *d* Tubercules en chapelet. — *e* Bourgeon terminal du dernier tubercule.
2. **E. arvense.** Rhizome.
   a Fragment de rhizome horizontal. — *b* Entrenœud renflé en tubercule. — *c* Gaine basilaire du rhizome secondaire.
3. **E. arvense.** Coupe d'un gros tubercule adhérent à un rhizome horizontal très-profond.
4. **E. maximum.** Fragment de rhizome avec tubercules.

4bis **E. maximum.** Nœud d'un rhizome.
   d Fossette entre les racines.

5. **E. palustre.** Fragment d'un rhizome horizontal et d'un rhizome vertical avec tubercules.
6. **E. ramosissimum.** Fragment d'un rhizome horizontal.
   a Rameau vert commençant à pousser sur un rhizome mis à nu. — *b* Bourrelet crénelé à la base d'une gaîne détruite. — *c* Fragment de gaîne encore subsistant; le bourrelet est peu saillant. — *d* Fossette.
7. **E. arvense.** Coupe du nœud d'un rhizome, duquel naissent un rhizome latéral et une racine, 20 diamètres.
   a Tissu cellulaire central. — *b* Cellules courtes du diaphragme. — *c* Faisceaux fibro-vasculaires. — *d* Groupes de cellules courtes et rayées répondant aux faisceaux fibro-vasculaires. — *e* Tissu à grandes cellules séparant les lacunes corticales. — *f* Lacunes corticales. — *g* Saillie au sommet de la lacune corticale. — *h* Vaisseaux de la racine. — *i* Partie de l'épiderme soulevée par le rhizome latéral et par la racine. — *k* Epiderme. — *l* Gaîne coupée au fond du sillon. — *m* Gaîne basilaire du rhizome latéral. — *n* Premier nœu du rhizome naissant.
8. **E. limosum.** Un des nœuds inférieurs de la tige montrant la position des bourgeons de rameaux (*a*) et de racines (*b*) à l'état expectant.
9. **E. hyemale.** Granules amylacés du rhizome, 350 d.
10. **E. arvense.** Granules amylacés des tubercules, 350 d.
11. **E. arvense.** Les mêmes éclairés par la lumière polarisée, 350 d.
12. **E. maximum.** Granules amylacés d'un très-jeune tubercule, 350 d.
13. **E. arvense.** *a* Cellules d'un tubercule avec quelques-unes des granules amylacés qui les remplissent. *b* Vaisseaux, 142 d.



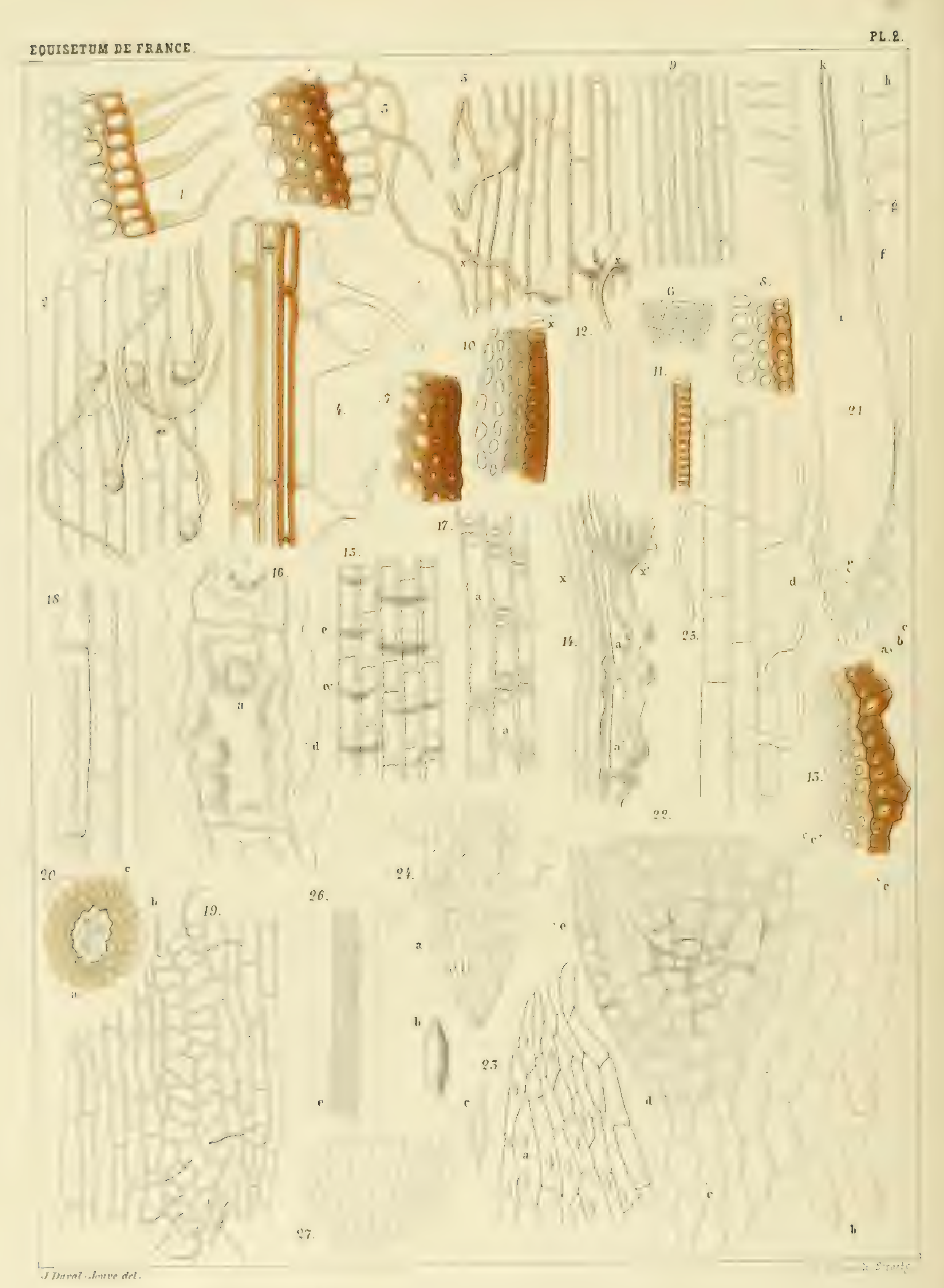
J. Duval-Jouve del.

RHIZOMES.

Publié par J.B. Baillière et Fils, à Paris.







J. Duval-Jouve del.

EPIDERME DES RHIZOMES.- RACINES.

Pubbé par J.B. Baillière et Fils, à Paris.

PLANCHE II

Épiderme des rhizomes. Racines

Fig.

1. **Equisetum maximum.** Coupe transversale de l'épiderme des rhizomes, 142 diamètres.
2. **E. maximum.** Surface extérieure du même épiderme, 142 d.
3. **E. arvense.** Coupe transversale de l'épiderme des rhizomes, suivant la ligne *xx'* de la fig. 5, 142 d.
4. **E. arvense.** Coupe longitudinale du même épiderme, 142 d.
5. **E. arvense.** Surface extérieure du même épiderme, 142 d.
6. **E. pratense.** Coupe transversale de l'épiderme des rhizomes, 142 d.
7. **E. littorale.** Coupe transversale de l'épiderme des rhizomes, 142 d.
8. **E. limosum.** Coupe transversale de l'épiderme des rhizomes, 142 d.
9. **E. limosum.** Surface extérieure du même épiderme, 142 d.
10. **E. palustre.** Coupe transversale de l'épiderme des rhizomes, 142 d.
11. **E. palustre.** Coupe longitudinale du même épiderme, 142 d.
12. **E. palustre.** Surface extérieure du même épiderme, 142 d.
13. **E. hyemale.** Coupe transversale de l'épiderme d'un gros et vieux rhizome, suivant la ligne *xx'* de la fig. 14, 142 d.
14. **E. hyemale.** Coupe longitudinale du même épiderme, 142 d.
    a Dilatation de la cavité des cellules.
15. **E. hyemale.** Surface extérieure du même épiderme, 142 d.
    e Rugosités siliceuses transversales s'étendant d'une cellule sur l'autre.
16. **E. hyemale.** Une cellule du même épiderme, 670 d.
    a Espaces plus transparents répondant aux dilatations de la cavité des cellules.
17. **E. ramosissimum.** Surface extérieure de l'épiderme d'un jeune rhizome, 142 d.
    a Espaces circulaires plus transparents.

Fig.

18. **E. variegatum.** Coupe longitudinale de l'épiderme d'un gros rhizome, montrant les inégalités de la cavité des cellules, 142 d.
19. **E. hyemale.** Epiderme des gaînes d'un rhizome, 110 d.
20. **E. arvense.** Coupe transversale d'une petite racine, 68 d.
    a Cellules extérieures. — *b* Couches de cellules à apparence médullaire. — *c* Faisceau central fibro-vasculaire.
21. **E. arvense.** Coupe longitudinale de l'extrémité d'une racine plus grosse, 30 d.
    a Mucilage visqueux dans lequel sont des cellules exfoliées. — *b* Cellules exfoliées. — *c* Piléorhize. — *c'* Extrémité supérieure de l'exfoliation de la piléorhize. — *d* Rangs de cellules concentriques à la surface. — *e* Cellules disposées en rangs non concentriques à la surface. — *f* Cellules de l'épiderme se renflant en fibrilles radicellaires. — *g* Les mêmes plus avancées. — *h* Les mêmes plus avancées encore. — *i* Faisceau fibro-vasculaire en voie de formation. — *k* Faisceau fibro-vasculaire tout à fait développé.
22. **E. arvense.** Extrémité de la racine de la figure précédente sans le mucilage, 255 d.
    c et *c'* Cellules de la piléorhize; elles ne sont pas toutes dans le même plan que les cellules suivantes. — *d* Cellules concentriques à la surface de l'extrémité de la racine. — *e* Cellules disposées en sens inverse.
23. **E. arvense.** Cellules extérieures de la piléorhize prises au point d'exfoliation le plus éloigné de la pointe, 142 d.
    a Petits renflements verdâtres contre la paroi des cellules. — *b* Un de ces renflements, 600 d. — *c* Le même vu de profil, 600 d.
24. **E. arvense.** Extrémité d'une racine ne s'accroissant plus et ayant perdu la piléorhize, 68 d.
    a Fibrilles radicellaires naissantes.
25. **E. limosum.** Epiderme d'une racine; les fibrilles radicellaires sont rares, mais très-longues, 142 d.
26. **E. limosum.** Cellules très-longues et vaisseaux de la même racine, 142 d.
27. Extrémité de racine, extraite de Hofmeister, *Vergl. Unters.*, pl. XIX, fig. 14.

PLANCHE III

Épiderme des tiges et des rameaux

Fig.

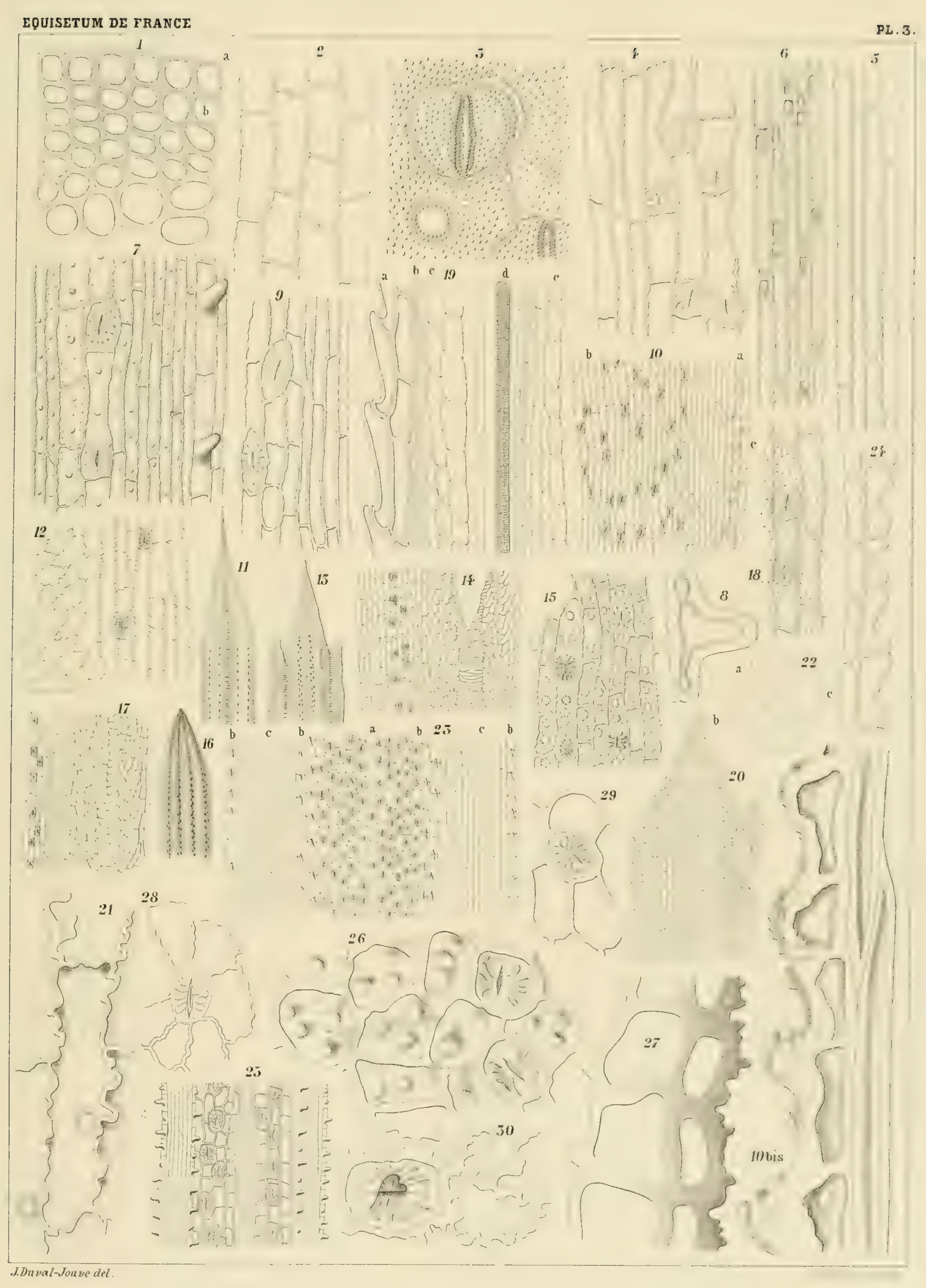
1. **Equisetum arvense.** *a* Epiderme. *b* Cellules sous-jacentes d'une tige spicifère, 142 diamètres.
2. **E. arvense.** Surface extérieure du même épiderme, 142 d.
3. **E. arvense.** Encroûtement siliceux pris sur une tige stérile, 482 d.
4. **E. arvense.** Surface extérieure de l'épiderme d'une tige stérile, 142 d.
5. **E. maximum.** Surface extérieure de l'épiderme d'une tige spicifère, 142 d.
6. **E. maximum.** Surface extérieure de l'épiderme d'une tige stérile très-adulte, 142 d.
7. **E. sylvaticum.** Surface extérieure de l'épiderme d'une tige spicifère jeune, 142 d.
8. **E. pratense.** Coupe longitudinale d'une cellule courte des côtes avec sa papille, 240 d.
9. **E. limosum.** Surface extérieure de l'épiderme d'une tige, 142 d.
10. **E. palustre.** Fragment d'épiderme d'une tige, pour montrer la répartition des stomates, 70 d.
    a Milieu des côtes. — *b* Milieu des sillons. — *c* Aspérités siliceuses des côtes.

10bis **E. ramosissimum.** Coupe longitudinale de l'épiderme et des fibres corticales sur la côte d'une tige encore jeune, 240 d.

11. **E. maximum.** Extrémité supérieure de deux lobes encore unis de la gaîne d'une tige spicifère très-jeune, 4 d.
12. **E. maximum.** Fragment d'un de ces lobes, 142 d.
13. **E. arvense.** Lobe de la gaîne d'une tige spicifère très-jeune, 4 d.
14. **E. arvense.** Fragment du même lobe sur le sillon commissural, 10 d.
15. **E. arvense.** Fragment de l'épiderme du même lobe, 142 d.

Fig.

16. **E. sylvaticum.** Quatre lobes unis d'une gaîne de la tige spicifère, 2 d.
17. **E. sylvaticum.** Fragment d'un de ces lobes sur le sillon commissural, 20 d.
18. **E. sylvaticum.** Fragment du même lobe sur la ligne de stomates, 142 d.
19. **E. arvense.** Coupe longitudinale sur la ligne dorsale du lobe d'une gaîne de rameau très-jeune, 142 d.
    a Epiderme. — *b* Fibres corticales. — *c* Grandes cellules. — *d* Faisceau fibro-vasculaire. — *e* Cellules de la surface interne de la gaîne.
20. **E. arvense.** Fragment d'une gaîne basilaire, 20 d.
21. **E. maximum.** Cellules de la gaîne basilaire; celles de la couche interne sont figurées par des points, 335 d.
22. **E. maximum.** Coupe d'un rameau, 10 d.
    a Sillon. — *b* Arêtes qui séparent les sillons des côtes. — *c* Sillon sur la ligne dorsale des côtes.
23. **E. maximum.** Epiderme du même rameau, 50 d.
    a Cellules du sillon. — *b* Cellules des arêtes qui séparent les sillons des côtes. — *c* Cellules du sillon de la ligne dorsale des côtes.
24. **E. arvense.** Coupe longitudinale des cellules épidermiques sur la ligne dorsale des côtes des rameaux, 142 d.
25. **E. sylvaticum.** Epiderme des rameaux, 70 d.
26. **E. limosum.** Surface extérieure des cellules épidermiques du clypéole, 310 d.
27. **E. limosum.** Coupe des mêmes cellules, 310 d.
28. **E. maximum.** Cellules épidermiques du clypéole, 310 d.
29. **E. sylvaticum.** Cellules épidermiques du clypéole, 310 d.
30. **E. variegatum.** Cellules épidermiques du clypéole, 310 d.



J. Duval-Jouve del.

EPIDERME DES TIGES ET DES RAMEAUX.

Publié par J.B. Baillière et Fils, à Paris.







J. Duval-Jouve del.

STOMATES.

Publié par J.B.Baillière et Fils, à Paris.

PLANCHE IV

Stomates

Fig.

1. **Equisetum maximum.** Stomate d'une gaîne de tige spicifère, 670 diamètres.
   A Cellules de l'épiderme. — B Paire de cellules extérieures. — C Paire de cellules intérieures.
2. **E. maximum.** Coupe transversale sur le milieu du même stomate, 670 d. A la paroi inférieure de la cellule supérieure de gauche on voit ombrée une strie rayonnante.
3. **E. sylvaticum.** Stomate d'un entre-nœud de la tige stérile, 670 d.
4. **E. sylvaticum.** Coupe transversale sur le milieu du même stomate, 670 d.
5. **E. pratense.** Cellules d'un stomate de la tige, au trait, sans l'encroûtement siliceux et sans les cellules contiguës, 670 d.
6. **E. pratense.** Coupe transversale sur le milieu du même stomate, 670 d.
7. **E. arvense.** Stomate d'un entre-nœud de la tige stérile, 670 d.
   A Encroûtement siliceux. — B Cellules de l'épiderme. — C Paire de cellules extérieures. — D Paire de cellules intérieures.
8. **E. arvense.** Coupe transversale sur le milieu du même stomate, 670 d.
9. **E. arvense.** Coupe transversale du même stomate vers une de ses extrémités; la cavité n'est plus ouverte, 670 d.
10. **E. littorale.** Stomate d'un entre-nœud de la tige, 670 d.
11. **E. littorale.** Coupe transversale sur le milieu du même stomate, 670 d.
12. **E. limosum.** Stomate d'un entre-nœud d'une tige très-grosse, 670 d. Les points de l'encroûtement siliceux n'ont pas été dessinés.
13. **E. limosum.** Coupe transversale sur le milieu du même stomate, 670 d.
14. **E. limosum.** Coupe transversale vers une des extrémités du même stomate, 670 d.
15. **E. limosum.** Coupe transversale d'un stomate pris sur une tige plus jeune et plus petite. Au-dessous de la cavité de la cellule supérieure de droite on voit ombrée une strie rayonnante, 670 d.
16. **E. palustre.** Stomate d'un entre-nœud de la tige, 670 d.
17. **E. palustre.** Coupe transversale sur le milieu du même stomate, 670 d.
18. **E. palustre.** Une moitié de l'encroûtement siliceux superposé à un stomate, 670 d.
   a Petites saillies se prolongeant sur les côtés de l'ostiole.
19. **E. palustre.** Une moitié longitudinale du même stomate vue de l'intérieur, 670 d. La cellule inférieure a été enlevée pour laisser voir les stries de la cellule supérieure.
   a Petites saillies bacillaires que l'encroûtement siliceux projette sur les lèvres de l'ostiole. — *b* Limite de la cavité de la cellule supérieure. — *c* Stries de la paroi inférieure de cette même cellule. — *d* Cellules de l'épiderme.

PLANCHE V

Stomates. Coupes de rhizomes

Fig.

1. **Equisetum ramosissimum.** Stomate d'un entre-nœud de la tige, 670 diamètres.

A Encroûtement siliceux. — B Cellules de l'épiderme. — C Paire de cellules extérieures. — D Paire de cellules intérieures.

2. **E. ramosissimum.** Coupe transversale du même stomate au delà de l'ouverture de l'encroûtement siliceux, 670 d.

2bis **E. ramosissimum.** Coupe de deux stomates suivant la ligne de l'ostiole, sur une tige encore très-jeune. Sur celui d'en haut la petite cellule intérieure a été laissée; sur celui d'en bas, elle a été enlevée, 240 d.

3. **E. variegatum.** Stomate d'un entre-nœud de la tige, avec les cellules épidermiques supérieure et inférieure, 170 d.

4. **E. hyemale.** Fragment d'épiderme pour montrer la disposition das stomates, 70 d.

a Milieu du sillon. — *b* Milieu de la côte couvert de grosses aspérités siliceuses.

5. **E. hyemale.** Coupe transversale d'un stomate d'une très-forte tige; elle est opérée au delà du milieu et laisse voir un peu en retrait l'avancement de la croûte siliceuse, 670 d.

6-9 **E. hyemale.** Coupes transversales des stomates pour montrer les variations de la cavité de la cellule extérieure, 670 d.

10. **E. maximum.** Coupe transversale d'un rhizome horizontal rampant à 50 centimètres de profondeur, 10 d.

11. **E. sylvaticum.** Coupe d'un rhizome à 40 centimètres de profondeur, 20 d.

12. **E. arvense.** Coupe d'un rhizome à 50 centimètres de profondeur, 20 d.

13. **E. littorale.** Coupe d'un rhizome à 25 centimètres de profondeur, 20 d.

14 **E. limosum.** Coupe d'un rhizome horizontal, 10 d.

15. **E. palustre.** Coupe d'un rhizome vertical à 40 centimètres de profondeur, 20 d.

16. **E. ramosissimum.** Coupe d'un rhizome vertical à 60 centimètres de profondeur, 20 d.

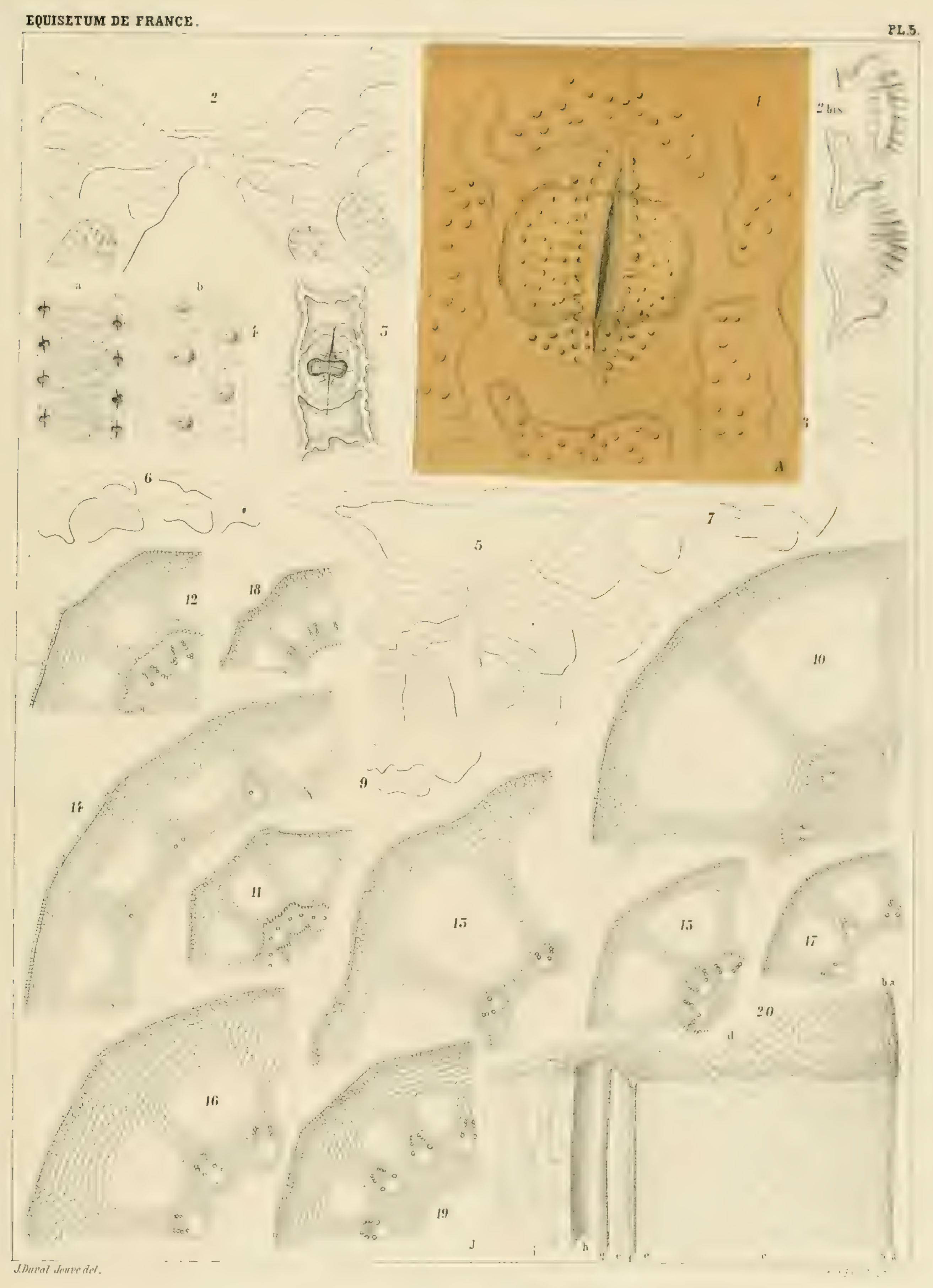
17. **E. variegatum.** Coupe d'un rhizome, 20 d.

18. **E. trachyodon.** Coupe d'un rhizome, 20 d.

19. **E. hyemale.** Coupe d'un rhizome à 50 centimètres de profondeur, 20 d.

20. **E. hyemale.** Coupes transversale et longitudinale d'un rhizome, 68 d.

a Epiderme; le même se voit plus grossi pl. II, fig. 13, 14, 15, 16. — *b* Cellules sous-jacentes à l'épiderme; les mêmes se voient plus grossies pl. VII, fig. 1. — *c* Cellules séparant les grandes lacunes. — *d* Grandes lacunes. — *e* Fibres des faisceaux fibro-vasculaires; les mêmes se voient plus grossies pl. VII, fig. 2. — *f* Vaisseaux; les mêmes se voient plus grossis pl. VII, fig. 3. — *g* Gros vaisseau du pourtour des petites lacunes; le même se voit plus grossi pl. VII, fig. 4. — *h* Petites lacunes. — *i* Cellules séparant les petites lacunes de la cavité centrale. — *j* Cavité centrale.



J.Duval Jouve del.

STOMATES. COUPES DE RHIZOMES.

Publié par J.B.Baillière et Fils, à Paris





J. Duval-Jouve del.

COUPES DE TIGES ET DE RAMEAUX.

Publié par J. B. Baillière et Fils, à Paris.

PLANCHE VI

Coupes de tiges et de rameaux

Fig.

1. **Equisetum maximum**. Coupe transversale d'une tige spicifère propre, au moment de la sporose des verticilles inférieurs, 20 diamètres.
2. **E. maximum.** Coupe transversale du 6e entre-nœud d'une tige stérile, 20 d.
3. **E. maximum.** Coupe transversale du 2e entre-nœud d'un rameau, 10 d.
4. **E. maximum.** Coupe d'une gaîne de tige stérile, 20 d.
5. **E. sylvaticum.** Coupe d'une tige spicifère au moment de la sporose, 20 d.
6. **E. sylvaticum.** Coupe transversale du 2e entre-nœud d'un rameau, 40 d.
7. **E. sylvaticum.** Coupe d'une gaîne de tige adulte, 20 d.

7bis **E. pratense.** Coupe d'une tige spicifère un peu après la sporose, 20 d.

8. **E. arvense.** Coupe d'une tige spicifère propre, 20 d.
9. **E. arvense.** Coupe d'une tige stérile au 6e entre-nœud, 20 d.
10. **E. arvense.** Coupe transversale dn 2e entre-nœud d'un rameau, 20 d.
11. **E. arvense.** Coupe d'une gaîne de la tige spicifère propre, 25 d.

    a Fibres corticales. — *b* Cellules à chlorophylle. — *c* Faisceau fibro-vasculaire.
12. **E. littorale.** Coupe de la tige au 6e entre-nœud, 20 d.
13. **E. littorale.** Coupe transversale du 2e entre-nœud d'un rameau pris sur un sujet de moyenne grandeur, 20 d.
14. **E. limosum.** Coupe d'une tige de moyenne grosseur au 6e entre-nœud, 20 d.

14bis **E. limosum.** Coupe au 2e entre-nœud d'un rameau pris sur un des sujets les plus forts, 20 d.

15. **E. palustre.** Coupe transversale d'une tige au 6e entre-nœud, 20 d.
16. **E. palustre.** Coupe longitudinale d'une tige au 6e entre-nœud, suivant la ligne *mn* de la fig. 15, 40 d.

    a Epiderme. — *b* Fibres corticales. — *c* Cellules transversales à chlorophylle. — *d* Cellules incolores. — *e* Guirlande de cellules séparant les deux cylindres. — *f* Faisceau fibro-vasculaire. — *g* Gros vaisseau au pourtour des petites lacunes. — *h* Cellules du pourtour de la cavité centrale.
17. **E. ramosissimum.** Coupe transversale sur le 6e entre-nœud d'une tige de moyenne grosseur, 20 d.
18. **E. variegatum.** Coupe d'une tige au 6e entre-nœud, 20 d.
19. **E. trachyodon.** Coupe d'une tige au 6e entre-nœud, 20 d.
20. **E. hyemale.** Coupe transversale d'une tige au 6e entre-nœud, 20 d.
21. **E. hyemale.** Coupe longitudinale d'une tige au 6e entre-nœud, suivant la ligne *mn* de la fig. 20, 40 d.

    a Epiderme. — *b* Cellules transversales à chlorophylle. — *c* Cellules incolores séparant les grandes lacunes. — *d* Faisceau fibro-vasculaire. — *e* Grandes cellules du pourtour de la cavité centrale.
22. **E. arvense.** Coupe d'un nœud, au point d'origine des rameaux, sur une tige adulte, 20 d.

    a Cellules centrales du diaphragme. — *b* Restes des lacunes essentielles presque oblitérées. — *c* Groupes de cellules rayées ou de vaisseaux très-courts en avant des lacunes essentielles. — *d* Groupes de petites cellules ou de fibres courtes. — *e* Cordon vasculaire se rendant à la gaîne. — *f* Restes de la lacune corticale qui est comme bipartie à son sommet par la saillie que produit le passage des vaisseaux de la gaîne. — *g* Cordon vasculaire allant s'épanouir dans le rameau. Sa direction est ascendante et il a été coupé par la section. — *h* Fibres allant s'épanouir dans le rameau. — *i* Grandes cellules et épiderme du rameau coupés obliquement par la section horizontale. — *k* Grandes cellules du cylindre extérieur. — *l* Fibres corticales et chlorophylle. — *m* Epiderme de la tige.
23. **E. arvense.** Coupe d'un nœud de tige stérile jeune, au moment de l'évolution des rameaux, 20 d.

    A. Coupe alors que le bourgeon à rameau était très-jeune et que le faisceau vasculaire n'allait pas jusqu'à lui.

    B. Même coupe sur un nœud plus avancé, où le faisceau vasculaire atteignait le jeune bourgeon. Le couteau a presque entièrement enlevé le faisceau vasculaire qui se rend de la petite lacune dans la gaîne.

PLANCHE VII

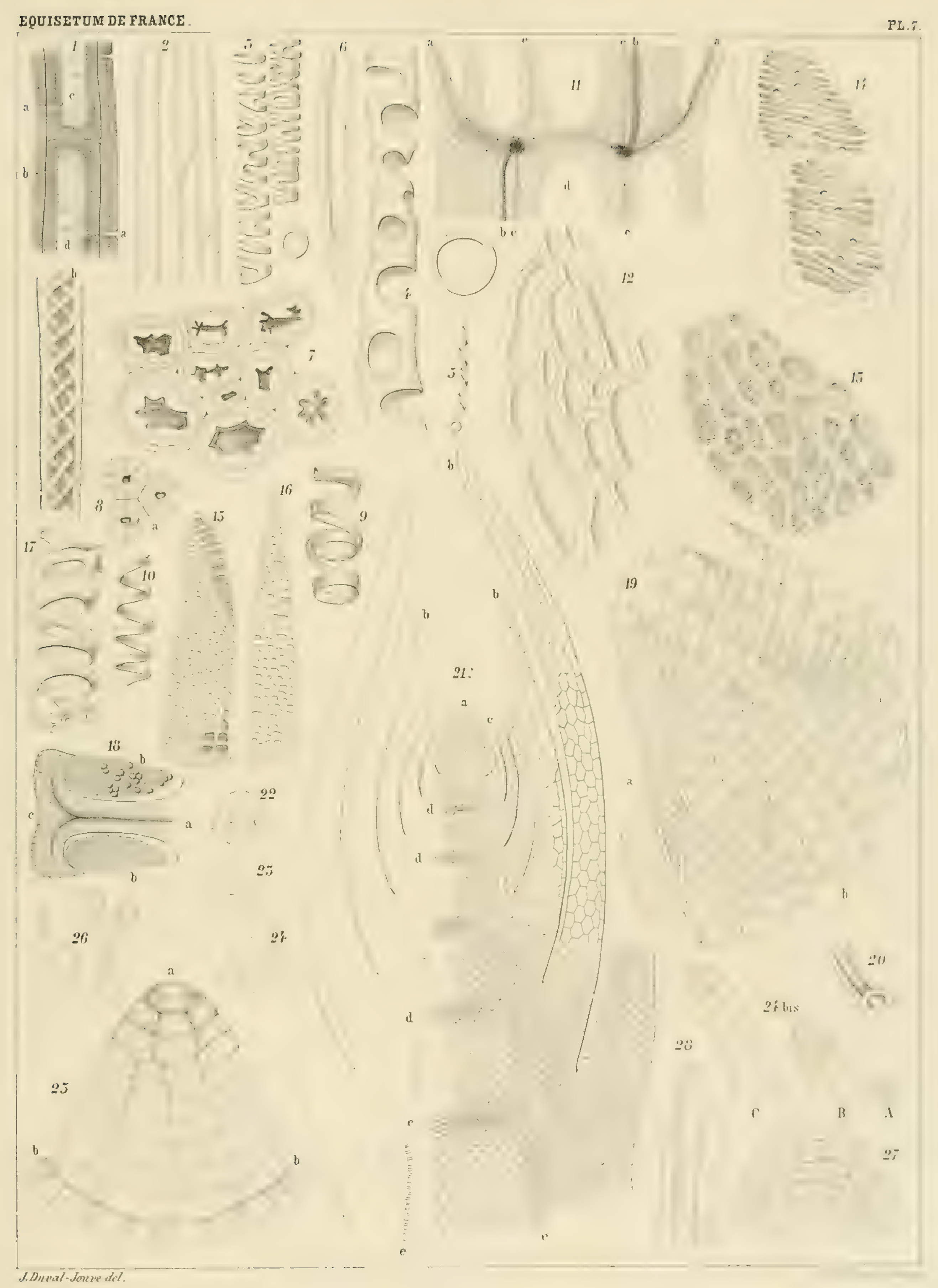
Tissus. Évolution des organes

Fig.

1. **Equisetum hyemale**. Cellules à parois épaisses, sous-jacentes à l'épiderme des rhizomes, 310 diamètres.
   a Pores de communication fermés par une membrane. — *b* Les mêmes ouverts. — *c* Granules amylacés. — *d* Pores vus par le bout.
2. **E. hyemale**. Fibres des faisceaux fibro-vasculaires d'un rhizome, 310 d.
3. **E. hyemale**. Vaisseaux des mêmes faisceaux, 482 d.
4. **E. hyemale**. Gros vaisseau du pourtour des lacunes essentielles, 482 d.
5. **E. hyemale**. Très-petit vaisseau déroulable au pourtour des mêmes lacunes, 482 d.
6. **E. arvense**. Coupe longitudinale de l'extrémité d'une fibre corticale, 510 d.
7. **E. arvense**. Coupe transversale de fibres corticales prises loin de l'épiderme, 670 d.
8. **E. palustre**. Fibres corticales prises tout contre l'épiderme, 670 d.
   a Vues de bout. — *b* Vues de profil et montrant une double spire plus claire et des pores pariétaux.
9. **E. palustre**. Gros vaisseau du pourtour d'une lacune essentielle de la tige, 510 d.
10. **E. ramosissimum**. Vaisseau du faisceau fibro-vasculaire d'une tige, 510 d.
11. **E. arvense**. Coupe longitudinale d'un nœud de la tige spicifère, 12 d.
    a Coupe de la gaîne vers sa ligne médiane. — *b* Cordon de vaisseaux du faisceau fibro-vasculaire. — *c* Vaisseau du pourtour de la lacune essentielle. — *d* Groupe de cellules courtes et rayées formant un cercle d'un blanc opaque. — *e* Cellules de la guirlande séparant les deux cylindres.
12. **E. limosum**. Groupes de cellules à parois unies, qui, dans les nœuds, correspondent aux fibres du cylindre interne, 670 d.
13. **E. arvense** (tige spicifère propre). Groupe de cellules striées qui, dans les nœuds, correspondent aux cordons vasculaires, 142 d.
14. **E. limosum**. Deux des mêmes cellules, 670 d.
15. **E. palustre**. Moitié d'une longue cellule prise entre les groupes d'un nœud et les vaisseaux, 240 d.
16. **E. hyemale**. Moitié d'une longue cellule prise au même point, 240 d.
17. **E. hyemale**. Partie d'un vaisseau court pris contre un nœud, 730 d.
18. **E. arvense**. Coupe longitudinale d'un pédicelle et d'un clypéole de sporanges, 12 d.
    a Faisceau central fibro-vasculaire. — *b* Sporanges. — *c* Clypéole.
19. **E. arvense**. Portion de la membrane formant le sac des sporanges, 500 d.
20. **E. arvense**. Fragment d'une spirale des cellules du sac des sporanges avec sa cavité, 1100 d. De chaque côté on voit un petit reste de la membrane qui unit ces tours de spire indéroulables.
21. **E. arvense**. Coupe longitudinale de l'extrémité d'un rejeton naissant à la base d'une tige stérile, 68 d.
    a Masse cellulaire terminale. — *b* Gaînes des nœuds inférieurs. — *c* Origine de la plus jeune gaîne. — *d* Diaphragmes. — *e* Vaisseaux.
22. **E. arvense**. Cellule terminale et première division de la cellule infraposée en quatre cellules, 212 d.
23. Coupe schématique de la 1re division des quatre mêmes cellules.
24. Coupe schématique de la 2e division des mêmes.

24bis Jeunes gaînes à trois degrés successifs de développement.

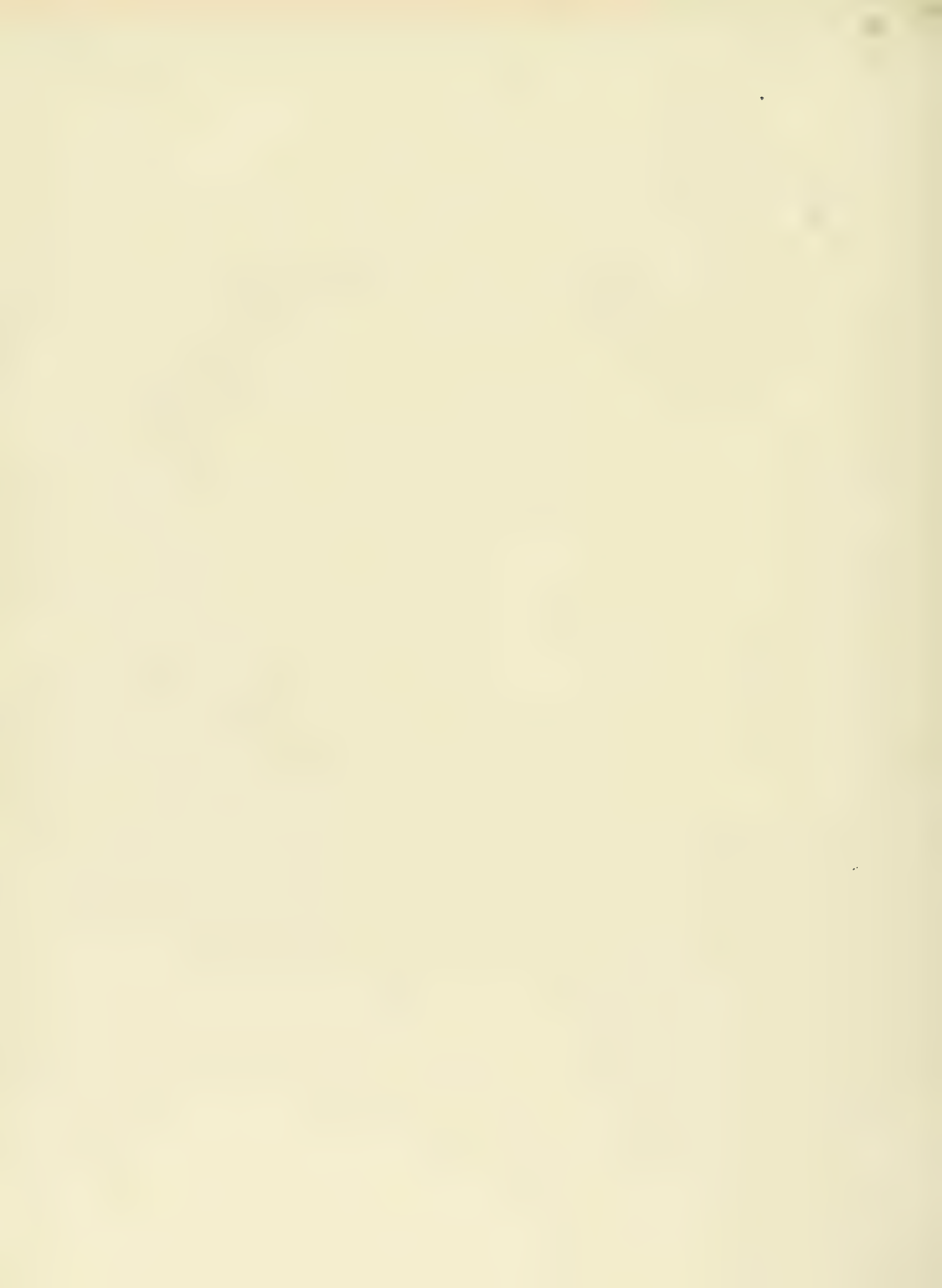
25. **E. variegatum**. Bourgeon terminal non coupé, au moment de la division des cellules-mères de la gaîne, 212 d.
    a Cellule terminale avec deux nucléus. — *b* Division des cellules-mères de la gaîne.
26. **E. variegatum**. Nucléus des cellules supérieures du même bourgeon expulsés par compression. Un est vu de profil, 420 d.
27. **E. limosum**. Extrémité d'un rameau naissant, non coupé, mais débarrassé de ses enveloppes, 212 d.
28. **E. maximum**. Longues cellules diaphanes à la pointe d'une des divisions de la gaîne très-jeune, 212 d.



J. Duval-Jouve del.

TISSUS. ÉVOLUTION DES ORGANES.

Publié par J.B. Baillière et Fils, à Paris.







J. Duval-Jouve del.

ÉVOLUTION DES ORGANES.

Publié par J.B. Baillière et Fils, à Paris.

PLANCHE VIII

Évolution des organes

Fig.

1. **Equisetum arvense.** Coupe transversale de l'extrémité d'une tige en état de développement. Au centre une très-jeune gaîne forme bourrelet à la base du bourgeon terminal coupé, 40 diamètres.

2. **E. arvense.** Coupe vers l'extrémité d'une très-jeune tige, 40 d.

   a Gaîne. — *b* Tige. — *c* Fibres corticales. — *d* Faisceaux fibro-vasculaires. — Il n'y a point encore de chlorophylle dans la tige, et tout ce qui n'est pas occupé par les fibres corticales et par les faisceaux fibro-vasculaires, l'est par du tissu incolore à grandes cellules.

3. **E. limosum.** Cellule-mère d'un stomate, avec deux nucléus latéraux, prise à la base d'un entre-nœud encore jeune, 670 d.

4. **E. limosum.** Cellule-mère plus avancée et prise à un demi-millimètre plus haut. Les granules s'accumulent sur la ligne médiane à la place de la future cloison, 670 d.

5. **E. limosum.** La cellule-mère s'est divisée en deux cellules latérales, dans chacune desquelles on voit vers l'extérieur un grand nucléus et vers l'intérieur un plus petit; prise à un millimètre plus haut que celle de la fig. 4, 670 d.

   Comparer les fig. 3, 4, 5 avec la fig. 12, pl. IV, pour apprécier les différences de grandeur.

6. **E. ramosissimum.** Cellule-mère d'un stomate en son premier état, vue de l'extérieur, 670 d.

7. **E. ramosissimum.** Deux cellules-mères de stomates à leur second état; entre elles est la cellule qui les sépare, 670 d.

8. **E. ramosissimum.** Cellules-mères de stomates à leur second état plus avancé, 670 d.

   On voit encore une grande vésicule nucléaire dans une des cellules de séparation.
   Comparer les fig. 7 et 8 avec la fig. 1, pl. V, pour apprécier le développement ultérieur.

9. **E. arvense.** Première forme d'une cellule-mère d'un bourgeon, vue de face, 300 d.

10. **E. hyemale.** Bourgeon à l'état expectant sur une jeune tige de 20 centimètres de haut, 35 d.

    a Grande lacune. — *b* Cellules du diaphragme. — *c* Cellules médullaires à divers états. — *d* Position des vaisseaux. — *e* Position des cellules rayées. — *f* Bourgeon recouvert de sa gaîne basilaire. — *g* Gaîne.

Fig.

11. Disposition des quatre saillies annonçant l'apparition des dents de la gaîne basilaire.

12. **E. limosum.** Bourgeon de rameaux de 1 millimètre de long, couvert de sa gaîne basilaire, 10 d.

13. **E. maximum.** Gaîne basilaire et première gaîne d'un rameau, 3 d.

14. **E. limosum.** Premier état du développement d'un verticille de sporanges, 212 d.

15. *Idem.* *Idem.*

16. **E. limosum.** Premier développement d'un sporange, 212 d.

17. **E. limosum.** Deuxième division de la première cellule intérieure d'un sporange, 250 d.

18. **E. limosum.** Coupe transversale d'un sporange au moment qui précède la résorption des cellules internes du sac, 212 d.

    a Côté externe. — *b* Côté interne.

19. **E. limosum.** Forme du sporange après l'isolement des cellules intérieures, 20 d.

20. **E. limosum.** Cellules isolées au même moment, 310 d.

21. **E. limosum.** Les mêmes cellules groupées par quatre au même moment, 310 d.

22. **E. limosum.** Les mêmes cellules avec deux grands nucléus, 310 d.

23. **E. limosum.** Les mêmes divisées en deux nouvelles cellules avec des nucléus disposés en croix vers leurs extrémités, 310 d.

24. **E. limosum.** Les mêmes beaucoup plus avancées, 310 d.

25. **E. limosum.** Spores très-jeunes avec espaces sphériques sans granules, 212 d.

26. **E. limosum.** Spores au moment de la formation des élatères, 482 d.

27. Figure citée de M. Henderson.

28. **E. limosum.** Cellules du sac des sporanges au moment de l'isolement des cellules-mères des spores, 212 d.

    a b Ligne de déhiscence.

29. **E. limosum.** Epi jeune (10 avril), 20 d.

30. **E. arvense.** Coupe d'un épi jeune (12 juillet), 20 d.

31. **E. arvense.** Spore avec ses élatères, 310 d.

32. **E. arvense.** Extrémité d'un élatère, 670 d.

33. Figure théorique.

34. Figure théorique.

35. Copie d'une figure de M. Pringsheim.

36. **E. maximum.** 15e anomalie; pluralité d'épis sur un épi mutilé.

PLANCHE IX

Spores. Sporophymes. Anthéridies. Spermatozoïdes

Fig.

1-2 **Equisetum arvense.** Spore après ébullition dans la solution potassique, 225 diamètres.

3. **E. arvense.** Spore dont la membrane intérieure s'est brisée, 225 d.

4. **E. arvense.** Spore dont la membrane extérieure s'est brisée, 225 d.

5. **E. arvense.** Spore abortive après le même traitement, 225 d.

6. **E. arvense.** Spore traitée par l'acide sulfurique, 225 d.

7. **E. arvense.** Spore abortive avec dépression de la membrane intérieure, 225 d.

8. **E. palustre.** Spore prise dans un sporange avant la déhiscence, 482 d.

9. **E. littorale.** Spores abortives, 482 d.

10. **E. trachyodon.** Spores abortives, 482 d.

11. **E. trachyodon.** Une des cellules se trouvant parmi les spores abortives, 482 d.

12. **E. arvense.** Spore après quarante heures de semis sur terre, 140 d.

13. **E. arvense.** Spore semée le 13 avril; sporophyme dessiné le 18.

14. **E. palustre.** Spores semées sur terre le 8 septembre; sporophymes dessinés le 12, 140 d.

14bis Sporophyme venu sur l'eau (mêmes dates); on voit à côté des fragments d'élatères et de sporoderme.

15. **E. palustre.** Spore semée sur terre le 8 septembre; sporophyme dessiné le 15, 150 d.

16. **E. palustre.** Spore semée sur l'eau le 8 septembre; sporophyme dessiné le 15, 150 d.

17. **E. limosum.** Sporophyme dessiné le 16 juin; semis sur terre du 1er mai, 68 d.
   A. Deux cellules terminales, 212 d.

Fig.

18. **E. limosum.** Sporophyme dessiné le 16 juin; semis sur l'eau du 1er mai, 68 d.

19. **E. palustre.** Grains de chlorophylle avec plusieurs granules verts, pris vers la base d'un sporophyme âgé de 20 jours, 1100 d.

20. **E. palustre.** Premiers développements d'une anthéridie, 112 d.
   a 1er état; *a'* coupe transversale. *b* 2e état; *b'* coupe transversale. — *c* 3e état; *c'* coupe transversale.

21. **E. palustre.** Coupe d'une anthéridie après l'apparition de cloisons parallèles à la périphérie, 112 d.

22. **E. palustre.** Coupe d'une anthéridie au moment de la division en petites cellules cubiques, 112 d.

23. **E. arvense.** Anthéridies dessinées le 20 juin; semis du 16 avril; 112 d.
   a Anthéridie encore fermée. — *b* Anthéridie ouverte. — *c* Anthéridie expulsant les spermatozoïdes.

24. **E. palustre.** Anthéridies dessinées le 26 juillet; semis du 22 juin, 112 d.
   a Anthéridie encore fermée. — *c* Anthéridie expulsant les spermatozoïdes.

25. **E. palustre.** Spermatozoïdes avec leurs cellules, au moment de leur sortie, 1100 d.

26. **E. limosum.** Formes de spermatozoïdes dessinés par M. G. Thuret (*Ann. sc. nat.*, 2e série, bot., tom. XVI, pl. 15, fig. 2).

27. Spermatozoïdes dessinés par M. Hofmeister (*Kennt. Gef. Krypt.*, tab. XVII, fig. 1 à 6.)

28. **E. arvense.** Formes de spermatozoïdes vues par moi, 500 d.
   a Spermatozoïde attaché par son extrémité à un corps étranger. — *b* Spermatozoïde à demi sorti de sa cellule-mère.

29. **E. pratense** Ehrh.
   a Tige spicifère, sans rameaux, avec de grandes gaînes.
   b Tige spicifère, avec des rameaux et des gaines de grandeur moyenne.



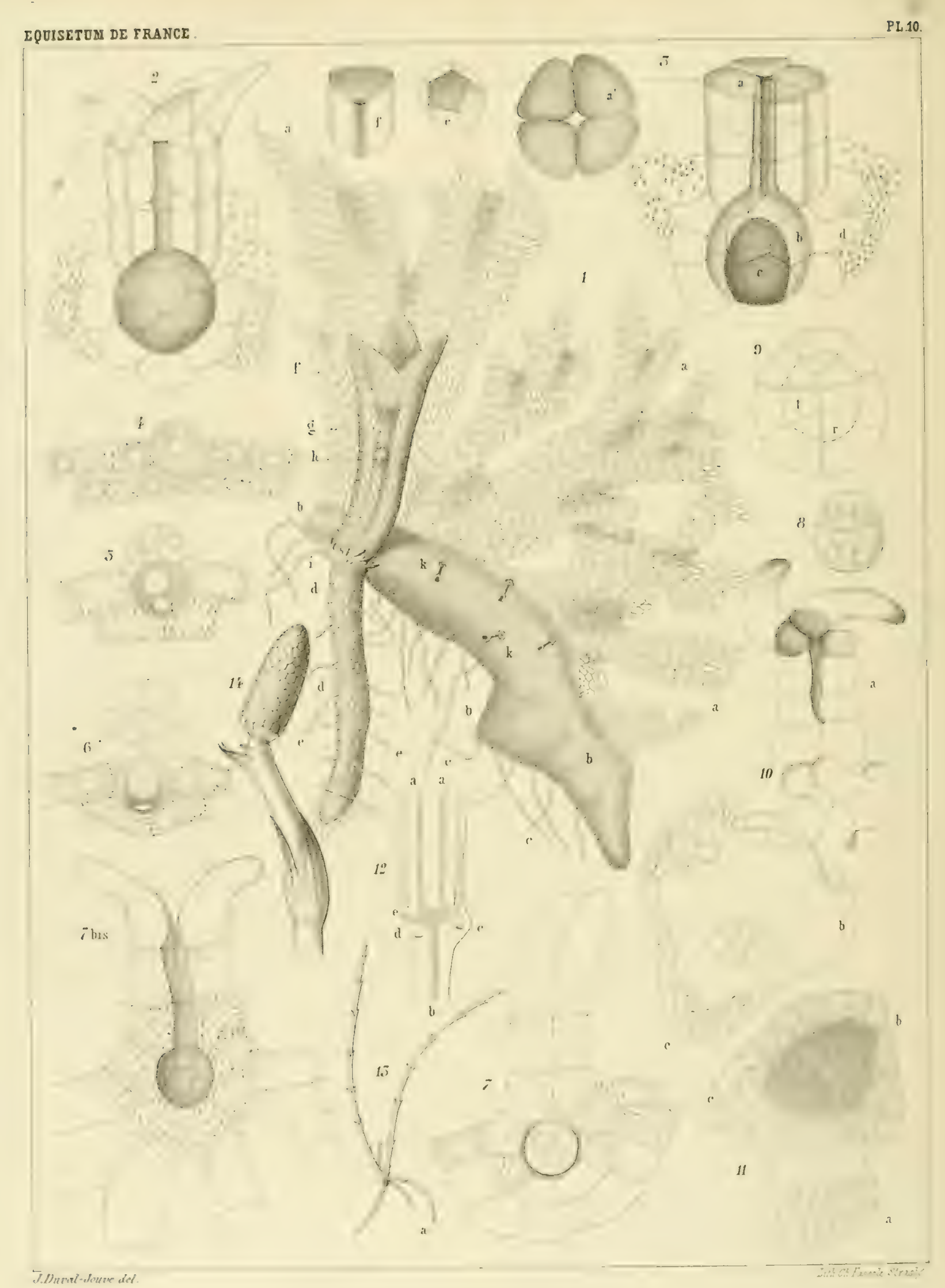
J.Duval-Jouve del.

ORGANES DE REPRODUCTION.

Publié par J.B.Baillière et Fils à Paris.







J. Duval-Jouve del.

ORGANES DE REPRODUCTION.

Publié par J.B. Baillière et Fils à Paris.

PLANCHE X

Archégones. Pseudembryon. Jeune plante

Fig.

1. **Equisetum arvense.** Moitié d'un sporophyme portant une jeune plante, 20 diamètres.

   a Lobes et lobules du sporophyme. — *b* Région charnue, dans le tissu de laquelle apparaissent les archégones. — *c* Radicelles du sporophyme. — *d* Racines de la jeune plante. — *e* Fibres radicellaires de cette racine. — *f* Gaîne basilaire de la nouvelle plante. — *g* Premier entre-nœud. — *h* Second entre-nœud commençant à se former. — *i* Restes des cellules enveloppant le pseudembryon. — *k* Archégones non fécondés et fortement colorés.

2. **E. arvense.** Archégone avec ses cellules terminales, 300 d.
3. **E. arvense.** Archégone sans ses cellules terminales, 300 d.

   a Rosace quadrilobée; *a'* la même vue de face. — *b* Ventricule. — *c* Pseudembryon mort et fortement coloré. — *d* Petites cellules à chlorophylle. — *e* Cellule du ventricule. — *f* Cellule du col.

4. **E. palustre.** Cellule-mère d'un archégone, 237 d.
5. **E. palustre.** Jeune archégone après la première division de la cellule du col, 237 d.
6. **E. palustre.** Jeune archégone au moment de la 2e division; on n'a dessiné que la moitié latérale, 237 d.
7. **E. palustre.** Le même un peu plus avancé, 237 d.

7bis **E. palustre.** Moitié d'un archégone non fécondé coupé longitudinalement. Le pseudembryon est tombé, 237 d.

Nota. Les fig. 4, 5, 6, 7 et 7 *bis* ont été dessinées du 28 juillet au 12 août sur des semis du 22 juin.

Fig.

8. **E. arvense.** Première division du pseudembryon, 237 d.
9. Figure schématique, indiquant par = — --- ... la succession des divisions du pseudembryon.

   t Cellule qui donnera naissance à la nouvelle petite tige. — *v* Cellule de la division de laquelle proviendra la première racine.

10. **E. arvense.** Axe secondaire ou nouvelle plante très-jeune; elle montre en *b* le commencement des dents de la première gaîne, en *c* le commencement de la racine. Au-dessus est le col de l'archégone brisé *a*, 142 d. J'ai dessiné seulement les cellules que j'ai pu voir parfaitement distinctes sur cette masse non coupée et d'un vert intense.
11. **E arvense.** Axe secondaire plus jeune encore, 142.

    a Restes du pseudembryon rejeté de côté. — *b* Pointe de l'axe secondaire. — *c* Commencement de la racine.

12. **E. arvense.** Coupe de la partie inférieure d'une jeune plante, 25 d.

    a Vaisseaux de la tige. — *b* Vaisseaux de la racine. — *c* Bourgeon d'une seconde tige. — *d* Bourgeon d'une seconde racine. — *e* Masse de cellules rayées et spiralées.

13. **E. arvense.** Jeune tige dessinée le 13 août; semis du 16 avril.

    a Tige descendante ou rhizome.

14. **E. arvense.** 9e anomalie; lobes de l'anneau devenant des sporanges.

TABLE DES MATIÈRES.

TABLE DES MATIÈRES

Pages

PRÉFACE.

RAPPORT de **M. Ad. Brongniart** v

PREMIÈRE PARTIE. Anatomie. Reproduction 1

Coup d'œil préliminaire sur le genre Equisetum et sur les espèces françaises 1

Caractères du genre, 1. Liste des espèces françaises, 3

CHAPITRE PREMIER. Description extérieure d'une plante adulte . . . 3

§ 1er. *Du rhizome et de ses appendices* 3

Articles, 3. Verticilles de rhizomes latéraux, 4. Racines, 5. Tomentum, 5. Tubercules, 6. Profondeur des rhizomes, 8. Rapports des rhizomes et des tiges, 9.

§ 2. *De la tige stérile* 10

Deux sortes de tiges, 10. Articles et gaînes, 11. Divisions de la gaîne, 12. Deux cylindres, 12. Rameaux, 13. Durée des tiges, 14.

§ 3. *De la tige spicifère et de l'appareil de reproduction* 15

Aspect des tiges spicifères propres, 15. Des autres tiges spicifères, 15. Du pédoncule, 16. De l'anneau, 16. De l'épi, des pédicelles et des clypéoles, 16. Des sporanges, 17. Des spores et des élatères, 17. Des sporophymes, 17.

CHAP. II. Description analytique d'une plante adulte 18

§ 1er. *De l'épiderme* 18

Épiderme des rhizomes, 18. Fibrilles du tomentum, 18. Modification selon les espèces, 18. Épiderme des tubercules, 21. Épiderme des tiges, 21. Encroûtement siliceux, 21. Épiderme des tiges spicifères propres, 24. Épiderme des tiges stériles de l'*E. maximum*, 25. Épiderme des tiges de l'*E. arvense* et des autres espèces, 25. Épiderme des gaînes, 27. Épiderme des rameaux, 29. Épiderme des épis, 30. Des stomates, 30. Leur position, 31. Leur structure, 31. Historique des travaux sur les stomates des Equisetum, 34.

§ 2. *Des tissus du rhizome*. 37

Deux cylindres, 37. Tissus du cylindre cortical, 37. Tissus du cylindre interne, 38. Tissus des tubercules, 40. Granules amylacés, 41. Tissus des racines, 41.

§ 3. *Des tissus de la tige* 42

Comparaison avec les tissus des rhizomes, 42. Fibres corticales, 43. Chlorophylle, 44. Tissus des tiges spicifères propres, 46. Tissus des gaînes, 47. Analyse des nœuds et direction des faisceaux fibro-vasculaires, 48. Tissus des rameaux, 49. Gaîne basilaire, 50.

§ 4. *De l'appareil de reproduction*. 50

De l'anneau, 50. Du pédoncule, 50. Du pédicelle, 51. Des sporanges, 52. Sporanges anomaux, 52.

Pages

CHAP. III. Formation et développement des diverses parties 52

§ 1er. *De la tige et des gaînes* 52

Développement du bourgeon terminal, 52. Apparition et développement d'une gaîne, 55. Les gaînes se développent par leur base, 58. Apparition des vaisseaux, 59. Les entre-nœuds se développent par leur base, 61. Disposition primitive des vaisseaux, 62. Apparition des rameaux, 62. Apparition et développement de l'épiderme et des stomates, 62. Apparition de la chlorophylle, 64. Apparition de la cavité centrale et des lacunes, 65.

§ 2. *Des rameaux, des rejetons, des rhizomes et des tubercules* 65

Développement des rameaux, 65. De la gaine basilaire, 67. Développement des rhizomes, 69. Développement des tubercules, 69.

§ 3. *Des racines* 70

Développement des racines, 70.

§ 4. *Des spores* 76

Époques favorables pour cette étude, 76. De l'anneau, 77. Apparition des verticilles sporangifères, 77. Formation des sporanges, 77. Apparition des spores, 80. Apparition des élatères, 80. Apparition des cellules fibro-spiralées, 81. Sporose, 81. Corrélation entre le développement des sporanges et celui des spores, 82.

§ 5. *Anatomie des spores* 84

Deux élatères, 84. De leur adhérence entre eux et à la spore, 84. De leur apparente inégalité, 86. Ils ne se croisent pas à leur point d'union, 87. Des granules et des rides de leur surface, 87. Opinion de M. Pringsheim, 88. Forme des spores, 89. Du stigmate de Hedwig, 90. Des deux membranes des spores, 90. De leur contenu, 91. Des spores abortives, 93.

CHAP. IV. Reproduction 95

§ 1. *Développement des spores en sporophymes* 95

Les spores perdent très-vite leur faculté végétative, 95. Elles entrent très-rapidement en germination, 96. Apparition des premières cellules, des radicelles et de la chlorophylle, 96. Les sporophymes des Equisetum n'ont point une forme symétrique, 97.

§ 2. *Des anthéridies et des spermatozoïdes* 99

Apparition d'une anthéridie, 99. Son développement, 99. Les anthéridies ne sont point entourées d'un anneau, 100. Formation des spermatozoïdes, 100. Leur émission, 101. Leurs apparences, 101. Ils ont un mouvement propre, 104.

§ 3. *Des archégones* 105

Leur position, 105. Leur première apparition, 106. Leur développement, 106. Diœcie ordinaire des sporophymes, 107. Moyens de transport des spermatozoïdes, 108. Modifications qui suivent la fécondation, 109. Archégones non fécondés, 109.

§ 4. *Du pseudembryon et de la jeune plante* 110

Développement du pseudembryon, 110. Apparition du premier axe secondaire qui sera la nouvelle plante, 111. Apparition de la première racine, 111. Apparition des vaisseaux, 112. Rapports des vaisseaux de la jeune tige à ceux de la racine, 112. Conséquences, 113. Des gaînes des jeunes tiges, 116. Disposition des tiges qui suivent la première, 117. Apparition de tubercules, 117. Époques de développement, 118. Direction descendante des rhizomes, 118.

§ 5. *Mode de semis* 119

§ 6. *Historique* 121

Cesalpino, 121. Camerarius, 122. Tournefort, 122. J. Ray, 122. Dillenius, 122. Linné, 123. Haller, 123. Adanson, 124. Gleichen, 124. Kölreuter, 124. De Lamarck, 124. J. Hedwig, 124. A. L. de Jussieu, 125. Roth, 125. Willdenow, 125. De Candolle, 126. Mirbel, 126. Vaucher (1822) fait germer des spores, 126. C. A. Agardh, 127. Vaucher (1823) obtient par semis une

Pages.

nouvelle plante, 128. Link, 129. J. L. Duvernoy, 129. Requien (1826) trouve le premier de jeunes Equisetum spontanés, 129. De Candolle, 130. Bischoff, 130. Ad. Brongniart, 131. L. Reichenbach, 131. H. Mohl, 131. Raspail, 131. G. Thuret (1848) découvre les anthéridies et les spermatozoïdes des Equisetum, 132. Milde, 132. Hofmeister, 133. Hofmeister (1852) décrit les archégones des Equisetum, 133. J. Milde (1852) les figure, 133. Hofmeister (1852) décrit les premiers développements de la jeune plante, 134. Bischoff, 134.

CHAP. V. De quelques opinions morphologiques et des anomalies. 134

§ 1er. *Morphologie* 134

De la gaine; opinion de Mirbel, 134. Opinion de Döll, 135. Des rameaux; opinion de Döll, 137. De l'anneau, 138. Des pédicelles sporangifères, 141.

§ 2. *Anomalies* 145

DEUXIÈME PARTIE. Classification. Description. 155

CHAPITRE PREMIER. Place de la famille 155

G. Bauhin, 155. Tournefort et J. Ray, 155. Dillenius, 155. Linné, 156. Schreber, 156. Willdenow, 156. Hoffmann, 156. Adanson, 156. A. L. de Jussieu, 157. De Candolle, 157. Sprengel, 157. Oken, 157. El. Fries, 157. Bischoff, 157. Lindley, 157. L. Reichenbach, 157. Henderson, 157. Ad. Brongniart, 158. Grenier, 158. Hofmeister, 158. Richard, 158. Bernoulli, 158. Döll, 158. J. Milde, 158.

Rapports des Equisetum et des Fougères, 158.

CHAP. II. Examen des caractères spécifiques 161

Division en deux grandes sections, 161. Division de chaque section en deux groupes, 161. Modification des tiges après la sporose, 162. Coupe transversale des tiges et des rameaux, 162. Rapport entre la longueur du premier entre-nœud des rameaux et la gaîne basilaire, 162. Forme des gaines, 162. Nombre des divisions des gaînes, 162. Valeur des caractères fournis par la coupe transversale des tiges, 163. Importance des caractères fournis par la coupe transversale des rameaux, 164. Aucun caractère, réduit à lui seul, n'a une valeur absolue, 165. Du degré de spéciéité des Equisetum français, 166. Des variétés, des variations, des anomalies, 168. Observation sur les noms d'espèces, 168.

CHAP. III. Classification et description 169

§ 1er. *Famille.* 169

§ 2. *Genre.* 169

§ 3. *Division et classification des espèces* 169

§ 4. *Description des espèces* 170

1er Groupe. *E. maximum*, 170.

2e Groupe. *E. sylvaticum*, 176; *E. pratense*, 180; *E. arvense*, 183.

3e Groupe. *E. littorale*, 189; *E. limosum*, 196; *E. palustre*, 200.

4e Groupe. *E. ramosissimum*, 204; *E. variegatum*, 210; *E. trachyodon*, 214; *E. hyemale*, 219.

CHAP. IV. Historique et synonymie 226

§ 1er. *Genre* 226

§ 2. *Espèces* 227

Des espèces de Linné, 227. Des types de l'herbier de Linné, 228. Des divisions de Vaucher, 231. Des divisions postérieures, 232. *E. maximum*, historique, 234; synonymie, 238. *E. sylvaticum*, historique, 239; synonymie, 239. *E. pratense*, historique, 240; synonymie, 241. *E. arvense*, historique, 242; synonymie, 242. *E. littorale*, historique, 244; synonymie, 245. *E. limosum*, historique, 245; synonymie, 245. *E. palustre*, historique, 246; synonymie, 247.

Pages

E. ramosissimum, historique, 248; synonymie, 249. *E. variegatum*, historique, 250; synonymie, 250. *E. trachyodon*, historique, 251; synonymie, 251. *E. hyemale*, historique, 252; synonymie, 252.

CHAP. V. Iconographie 253

E. maximum, 253. *E. sylvaticum*, 254. *E. pratense*, 254. *E. arvense*, 255. *E. littorale*, 255. *E. limosum*, 256. *E. palustre*, 256. *E. ramosissimum*, 257. *E. variegatum*, 257. *E. trachyodon*, 257. *E. hyemale*, 257.

CHAPITRE COMPLÉMENTAIRE. Noms; propriétés et usages; composition chimique 258

§ 1er. *Noms* 258

Ἵππουρις, 258. Equisetum, 258. Asprêle, 260.

§ 2. *Propriétés et usages* 261

Vertus médicinales attribuées par les anciens, 261. Dioscoride, 261. Pline, 261. Galien, 262. Matthiole, 262. Fallope, 262. Olivier de Serres, 262. G. Bauhin, 262. Garidel, 263. Linné, 263. Bergius, 263. Murray, 263. Lenhossek, 264. Soubeiran, 264. Dorvault, 264. Schnizlein, 264. Emploi culinaire, 265. Propriétés dans l'économie rurale, 265. Pline, 265. Haller, 265. Linné, 265. Adanson, 266. Ventenat, 266. Murray, 266. Lightfoot, 266. Knapp, 266. Smelowsky, 266. W. Hooker, 266. Newman, 267. Bischoff, 267. Pattard, 267. Comices agricoles d'Alsace, 267. Imlin, 267. Raspail, 268. Usages actuels, 268.

§ 3. *Composition chimique* 269

Tournefort, 269. Bischoff, 269. E. Newman et Sir Humphrey Davy, 269. Diebolt, 270. Braconnot, 270. V. Regnault, 272. Pelouze et Fremy, 274.

TABLE EXPLICATIVE DES CITATIONS 275

PLANCHES ET EXPLICATION DES PLANCHES 281

Planche I. Rhizomes 282
Planche II. Épiderme des rhizomes. Racines 283
Planche III. Épidermes des tiges et des rameaux 284
Planche IV. Stomates 285
Planche V. Stomates. Coupes de rhizomes 286
Planche VI. Coupes de tiges et de rameaux 287
Planche VII. Tissus. Évolution des organes 288
Planche VIII. Évolution des organes 289
Planche IX. Spores. Sporophymes. Anthéridies. Spermatozoïdes 290
Planche X. Archégones. Pseudembryon. Jeune plante 291

FIN.

STRASBOURG, TYPOGRAPHIE DE G. SILBERMANN.











